XII ГОД ИЗДАНИЯ 1935

НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ
ПО САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АГРОНОМИЧЕСКИЙ ВЫПУСК

5—6

IMPERIAL MYCOLOGICAL INSTITUTE
3 JULY 1936

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
КОЛХОЗНОЙ И СОВХОЗНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ УССР

К АВТОРАМ

Редакция „Научных Записок" ВНИС'а обращает внимание авторов, присылающих свои работы для напечатания в „Научных Записках", на безусловную необходимость соблюдения следующих технических условий.

1. Каждая присылаемая к печати работа обязательно должна быть напечатана на машинке на одной стороне листа в два интервала с оставлением чистых полей (3 см) и четко проставленной нумерацией страниц, проверена, прокорректирована и выправлена автором настолько тщательно, чтобы после набора не требовалось вносить каких либо изменений. Рукопись должна быть напечатана четко и обязательно на белой бумаге стандартного размера. Никаких сокращений слов в тексте, в роде „т. к.", „т. о." (вместо „так как", „таким образом") и тем более других сокращений не должно быть. При сокращенном обозначении мер или источников придерживаться нашего указателя сокращений (см., например, приложение к № 5-6 Н. З. за 1935 г.).

Примечание. Если работа составлена несколькими авторами, необходимо указать в подстрочном примечании объем и характер проведенной работы каждым автором в отдельности.

2. Все таблицы должны содержать ясно и четко написанные цифры и другие обозначения; графы в таблицах должны быть проведены вполне определенно, чтобы не создавать затруднений при наборе. Размер таблиц желательно согласовать с форматом страниц „Научных Записок". Рукописи неряшливо напечатанны, с помарками, на цветной или папиросной бумаге будут возвращаться авторам без просмотра.

3. Прилагаемые к статьям рисунки должны быть начерчены обязательно на плотной белой гладкой бумаге или белой кальке и ни в каком случае не на цветной. Чертеж обязательно делать черной тушью, все линии, цифры, надписи и штриховка должны быть сделаны ярко, чтобы не терялись при уменьшении рисунка. Не будут приниматься для изготовления клише, так называемые, „рабочие чертежи". Размер чертежа в натуре не должен превышать размера страницы „Научных Записок" (13 × 22 см).

4. Рукопись должна быть снабжена оглавлением с подробным перечнем всех имеющихся в рукописи заголовков и подзаголовков, указывающих план, связь, соподчиненность и логическую структуру статьи.

5. В рукописи с иллюстрациями места рисунков указываются на полях с обозначением номера рисунка. Весь графический материал может представляться в рисунках, фотографиях и чертежах; он должен быть пронумерован и внесен в прилагаемую к рукописи опись иллюстраций.

6. Автор работы (при желании) получает только одну корректуру в гранках. Вставки и поправки против текста рукописи в корректуру гранок признаются допустимыми только по соглашению с редиздатом ВНИС'а.

Внесение авторами вставок, дополнений и изменений в корректуру сверстанных листов совершенно не допускается, исключая особо уважительные отдельные случаи, фиксируемые разрешением ответственного редактора ВНИС'а.

Авторам предоставляется право держать корректуру из расчета не более одного дня на печатный лист. В случае невозвращения авторами корректуры в указанный срок издательство держит корректуру своими средствами, не задерживая работу из-за неаккуратности авторов.

7. Редакция „Научных Записок" ВНИС'а оставляет за собой право сокращений и литературной обработки представляемых работ.

8. Касаясь техники корректуры, редакция „Научных Записок" считает необходимым указать авторам на некоторые основные технические приемы, а именно;

а) авторскую правку следует производить чернилами и обязательно на полях гранок одинаковыми корректурными знаками как в тексте, так и на полях;

б) всякого рода вписки и приписки лучше всего делать вверху или внизу гранок, но ни в коем случае на обороте их;

в) если автор затрудняется показать технически какое либо исправление, лучше всего аккуратно выписать на подклеенном листке бумаги исправляемое место в желательном для автора виде, обведя его кружком с надписью „так должно быть";

г) перекраивание ножницами и клейка подлежащего перестановке набора совершенно недопустимы;

д) при возвращении гранок к верстке автор должен делать надпись „верстать", обязательно подписав каждую из них.

XII ГОД ИЗДАНИЯ 1935

НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ
ПО САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ОРГАН ВСЕСОЮЗНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ВНИС)

АГРОНОМИЧЕСКИЙ ВЫПУСК

5—6

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
КОЛХОЗНОЙ И СОВХОЗНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ УССР
1936
КИЕВ

Бібліографічний опис цього видання вміщено в „Літопису Українського Друку", „Картковому репертуарі" та інших покажчиках Української Книжкової Палати.

Техн. редактор *Деревянко Г. С.*
Лит. редактор *Швецова В. Ю.*

Сдано в набор 27/I-1936 г. Подписано к печати 7/IV-1936 г. Формат бумаги 72×110 см.
Вес 51 кг. 10,75 печ. листов. В 1 бум. листе 138.000 букв.

Уполн. Главлита № 406. Зак. № 163. Тираж 1100

2-я Республиканская школа ФЗУ печати УПКТ, Киев, Золотоворотская, 11

1935 г. № 5—6

НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ

по сахарной промышленности (орган ВНИС'а)

П. А. ВЛАСЮК

АГРОТЕХНИКА СВЕКЛЫ НА ПОЛЯХ ГЕРОИНИ—ОРДЕНОНОСЦА СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ—ПЯТИСОТНИЦЫ МАРИИ СОФРОНОВНЫ ДЕМЧЕНКО[1]

Сталинская героическая эпоха строительства социализма выдвинула в нашей стране из самых глубин народных масс знатных людей социалистических фабрик и полей, людей-героев труда.

Грандиозные победы в области индустриализации страны, новая первоклассная техника, коллективизация и техническое вооружение сельского хозяйства, быстрое и неуклонное повышение материального благосостояния и культурного уровня трудящихся, рост социалистической сознательности и воспитание в духе коммунизма кадров активных строителей социализма — все это создало основу для дальнейшего, еще более мощного подъема энтузиазма трудящихся фабрик, заводов, совхозов и колхозов, нашедшего свое яркое выражение в движении пятисотниц социалистических полей и в стахановском движении по всем отраслям народного хозяйства СССР.

Стахановцы и пятисотницы—это новый тип социалистических работников, борющихся за более высокую, подлинно-социалистическую производительность труда и за лучшую организацию этого труда. Стахановцы и пятисотницы—это не одиночки рабочие и колхозники; это движение возникнув, с быстротою молнии распространилось и охватило всю необъятную нашу советскую страну. Как в промышленности, так и в сельском хозяйстве стахановское движение состоит прежде всего в том, что оно выражает собой высший этап социалистического соревнования на основе новой техники.

Величие стахановцев промышленности и полей в том, что они составляют сталинскую армию социалистического труда и каждый из них открывает новые, до сих пор не вскрытые резервы и возможности в своей отрасли.

Товарищ Сталин, со свойственной ему прозорливостью вождя мирового пролетариата, дал непревзойденное определение, что „Стахановское движение это такое движение рабочих и работниц, которое ставит своей целью преодоление нынешних технических норм, преодоление существующих проектных мощностей, преодоление существующих производственных планов и балансов. Преодоление — потому, что они, эти самые нормы, стали уже старыми для наших дней, для наших новых людей. Это движение ломает старые взгляды на технику, ломает старые технические нормы старые проектные мощности, старые производственные планы и требует создания новых, более высоких технических норм, проектных мощностей, производственных планов. Оно призвано произвести в нашей промышленности революцию. Именно поэтому, оно, стахановское движение, является в основе своей глубоко революционным."[2]

Главное и новое в работе пятисотниц-стахановцев полей и заключается в том, что они показали ярчайшие образцы создания новых, более высоких уровней урожая сахарной свеклы.

Пятисотницы добились высоких проектных мощностей с.-х. производства, они дали блестящие образцы небывалых урожаев, превосходящих в несколько раз плановые. Своим трудом, уменьем организовать труд, стахановцы, героини свекловичных колхозов и совхозов, показали, что соци-

[1] Агротехнические показатели собраны Ф. А. Севом и автором настоящей статьи.

[2] Сталин. Из речи на первом Всесоюзном совещании рабочих и работниц стахановцев. Стенографический отчет. Партиздат ЦК ВКП(б) 1935 г. стр. 363.

алистические методы труда, помноженные на высокую агротехнику, дают возможность получать урожай свеклы в 500—600 центнеров с гектара, т. е. в полтора—три и даже в четыре раза более высокий, чем средний урожай их совхозов и колхозов.

Звено Марии Софроновны Демченко в колхозе имени Коминтерна, Киевской области добилось урожая свеклы в 523,7 ц с гектара при среднем урожае по колхозу 301 ц с 1 га.

Колхоз имени Ворошилова, Винницкой области получил с 473 га средний урожай 260 ц с га, а в том же колхозе звеньевая Христина Байдыч добилась 539 ц, Екатерина Андрощук — 531ц, Фекла Стецюк — 513 ц, Марина Пилипчук — 507 ц свеклы с 1 га.

При среднем урожае свеклы в колхозе „Большевик", Винницкой области в 266 ц с 1 га, пятисотница Анна Швыдка собрала урожай в 576 ц.

Звено Елены Кулык в совхозе им. Мануильского, Винницкой области добилось урожая 600 ц свеклы с 1 га, при среднем урожае по совхозу в 162,6 ц.

В Подсереднянском совхозе, Харьковской области звено М. С. Удод дало урожай 550 ц свеклы с га.

А. А. Сокольвак в Молотовском совхозе, Винницкой области собрала урожай 523 ц с 1 га, А. И. Брайко в Ореховском совхозе, Харьковской области — 516 ц и П. Г. Кириченко в совхозе „Тракторист", Курской области — 502 ц, а Анна Кошевая, Киевской области в колхозе „Червоный Гигант" собрала рекордный урожай в 630 ц с га.

Таким образом, движение стахановцев полей — пятисотниц, возглавляемое знатной героиней-комсомолкой Марией Софроновной Демченко, дало ярчайшие образцы высокого, подлинно-социалистического, урожая сахарной свеклы.

Урожай свеклы в 500 ц с га, еще недавно многим представлявшийся, как своего рода „предельная агротехническая норма", был превзойден, так как пятисотницы превзошли и эту норму.

Замечательно, что мастера рекордных урожаев сахарной свеклы — стахановцы отнюдь не считают свои достижения предельными. Все они дают твердое обещание в будущем году сдать государству по 600—650 и более центнеров свеклы с га.

Их обещания тверды и непоколебимы, как обязательство и слово „запевалы" славного движения пятисотниц Марии Демченко, сдержавшей и перевыполнившей взятое на себя обязательство перед великим Сталиным.

Лозунг вождя народов „кадры решают все" развивает могучее стахановское движение и движение пятисотниц по всей стране.

Обещания пятисотниц будут выполнены потому, что наша великая несокрушимая страна социализма победно шагает под боевыми знаменами самых великих людей мира — Ленина-Сталина.

В своем письме 5384 молодых звеньевых Киевщины, обращаясь к товарищам Сталину, Косиору и Постышеву, пишут: „Мы, звеньевые свекловичных плантаций — комсомолки и молодые колхозницы Киевщины — родины „запевал" могучего движения „пятисотниц", героинь орденоносцев Марии Демченко и Марины Гнатенко, готовясь к предстоящим Всесоюзному и Всеукраинскому съездам ленинского комсомола, берем на себя обязательство добиться в 1936 году не меньше 500 центнеров свеклы с га в каждом нашем звене. Знаем мы, что задача это нелегкая, но мы твердо убеждены в том, что для получения такого урожая у нас имеются все возможности.

Мы ясно себе представляем, что успешно выполнить это обязательство можно только при условии, если овладеем в совершенстве агротехникой социалистического сельского хозяйства, если применим методы работы Марии Демченко. Поэтому, не теряя ни одной минуты, мы уже теперь приступили к глубокому изучению агротехники сахарной свеклы в кружках пятисотниц".

В этом исторической важности документе мы видим, как на широкую дорогу, по примеру десятков, год спустя, выходят новые люди, целая армия таких людей, как Мария Демченко и Марина Гнатенко.

Они демонстрируют перед всем миром, что в нашей стране, на базе культурно-технического подъема „простых" людей, начинают подрываться основы вековой противоположности между трудом умственным и трудом физическим.

Они показывают всем трудящимся страны социализма пример того, к чему может и должен стремиться каждый работник социалистической родины, чтобы страна его крепла еще больше, чтобы всем трудящимся жилось еще лучше, еще веселей. И в этом могучем походе бывших бедняков и бывших середняков, работающих на колхозной земле, закрепленной государством на-вечно, большую поддержку и помощь трудящиеся должны получить от с.-х. науки.

Задача с.-х. науки—подхватить все достижения пятисотниц и на основе мирового опыта науки и практики помочь победоносному социалистическому земледелию множить стахановцев полей, указать пути получения высокого урожая, который установили пятисотницы свекловичных совхозов и колхозов, лучшие мастера высокого урожая зерновых культур, хлопка и других с.-х. растений.

Для того, чтобы наука оказала действительную помощь в деле получения высоких урожаев свеклы, зерна, разных семян, хлопка и других культур, она должна пойти впереди практики, она должна не отставать от уровня задач, поставленных перед нею производством.

Только в тесной связи с производством, на базе производства, наука преодолеет то свое отставание, которое на многих участках ощущается социалистическим производством.

В своей речи на совещании стахановцев товарищ Сталин сказал: „Наука потому и называется наукой, что она не признает фетишей, не боится поднять руку на отживающее, старое и чутко прислушивается к голосу опыта, практики".

При посещении хат-лабораторий и плантаций пятисотниц мы всегда убеждались в том, насколько высоко ценится наука производством, как широки и необъятны возможности ее роста в случае, если она тесно увязана с производством, применяющим ее выводы и дающим для науки возможности развития более ускоренными темпами по пути, указанному товарищем Сталиным. Опыт пятисотниц должен быть освещен наукой для возможно быстрого охвата им новых людей, ставящих перед собою целевое задание получения высокого урожая сахарной свеклы и других культур и разрешающих это задание на основе учета всех достижений лучших людей передовых совхозов и колхозов, используя научно-обоснованные приемы агротехники, механизации и химизации социалистического земледелия.

С целью использования опыта пятисотницы Марии Демченко другими колхозами и совхозами перейдем к освещению агротехники свеклы на примере ее звена и колхоза.

Звенья знатных пятисотниц Марии Демченко и Марины Гнатенко выращивали сахарную свеклу на полях колхоза имени Коминтерна, села Староселья, района имени Петровского, Киевской области.

До Октябрьской революции помещики выбирали для культуры свеклы лучшие земли и на них они еле добивались 250 ц с 1 га. Тем более важно указать, что пятисотницы, оставив далеко позади успехи помещицкого хозяйства, получили 523 ц свеклы на участке, так называемой „Гадючки", где у помещика земля считалась непригодной. Колхоз в целом своим урожаем в 301 ц в советских условиях превзошел по урожаю самые большие успехи помещичьего хозяйства бывшей России на почвах села Староселья.

Всего земли в колхозе на 1075 человек населения; пахотной 2170 га и заливных лугов 400 га. Это количество земли далеко превосходит коли-

чество крестьянской земли села Староселье в дореволюционный период, так как несмотря на то, что около 800 га пахотной земли ежегодно заливалось водой, колхоз, проводя успешную борьбу с этим явлением, уже с 1919 года расширил при советской власти освоение пахоты и проводит посев свеклы на этих запольных участках.

В 1935 году общая площадь посева свеклы составляла по колхозу 300 га.

Севооборот на запольном участке вводится трехпольный, а сейчас двупольный (свекла и ранние яровые — отчасти просо, гречиха). На остальных полях севооборот пятипольный.

Почвенный покров свекловичного клина 1935 г. представлен таким соотношением почвенных разностей:

165 га — минерализованные террасные солончаково-карбонатные торфяники;

61 га — супесчаные слабо-выщелоченные почвы;

74 га — супесчаные средне и сильно-выщелоченные почвы.

Бригады, в которых работали звенья Марии Демченко и соревнующейся с нею Марины Гнатенко, как и все другие, получили земли в двух местах, однако звено Демченко располагало минерализовано-торфянистой, а звено Гнатенко — сильно-выщелоченной почвой.

Распределение свеклы всего колхоза по почвам в 1935 г. по бригадам в га представляется в таком виде:

	На солончаково-карбонатных торфянистых почвах	На слабо-выщелоченных почвах	На выщелоченных почвах	Всего
I бригада	13	7	8	28
II „	11	4	12	27
III „	16	5	6	27
IV „	15	5	7	27
V „	9	14	4	27
VI „	27	0	0	27
VII „	12	7	9	28
VIII „	14	5	9	28
IX „	27	0	0	27
X „	12	7	8	27
XI „	9	7	11	27
Итого . . .	165	61	74	300

В связи с развитыми весной процессами смыва и наносов, почвы свекловичного клина, по состоянию их плодородия очень пестры: на более повышенных элементах рельефа смывом затронут пахотный горизонт, подвергающийся впоследствии при обработке сильному высыханию и распыленности; во многих местах встречаются солонцевато-торфянистые пятна в сильной мере снижающие урожай. В среднем вес корня свеклы на таких местах, у Марии Демченко достигал около 278 г, тогда как в условиях нормального рельефа 448 г и более.

Таким образом, в отношении почвенного покрова поля колхоза в целом и поля звеньев Марии Демченко и Марины Гнатенко, несмотря на близость (около 1—3 метра) залегания подгрунтовых вод, требовали внимательного к ним подхода и значительной переделки почв средствами химизации и системой агротехники.

Сплошной гумусовый шар почв сильно варьирует по полям колхоза, доходя до таких различий, как 1 м и 15 см. Если принять во внимание,

что метеорологические условия 1935 г., в силу острого недостатка осадков и резких весенних заморозков, были весьма неблагоприятные, то на этом фоне героическое преодоление звеньями Марии Демченко и Марины Гнатенко всех отрицательных явлений и получение при неблагоприятных условиях погоды небывало высоких урожаев сахарной свеклы — выступает со всей очевидностью. Упорное преодоление всех отрицательных условий урожая показало, что если работать так, как работала Мария Демченко, Марина Гнатенко и их колхоз, если применять совершенную агротехнику и использовать местные и отпускаемые государством удобрения в соответствии с данными науки и практики, то урожай в 500 и более центнеров свеклы с га можно получить при всякой погоде и на всех почвах районов свеклосеяния. Задачей науки является своевременная разработка исчерпывающих мероприятий по диференцированному применению агротехники в иных условиях почвенного покрова и климата, чтобы таким образом облегчить борьбу стахановцев за высокий урожай всех культур на социалистических полях.

Основной агротехнический фон на полях знатных пятисотниц и в колхозе имени Коминтерна состоял из таких мероприятий.

Лущение полей под свеклу по колхозу производилось на площади 95% с 16/VII по 20/VIII на глубину 10—12 см на конной тяге. На полях Марии Демченко (1,6 га) и Марины Гнатенко (3,5 га) предшественники для свеклы были плохие: у Демченко — гречиха, у Гнатенко — овес.

Глубокая пахота на глубину 22 см на тракторной тяге в колхозе произведена в период с 25/IX по 30/X на 298,4 га против всей площади под свеклу 300 га.

На полях пятисотниц глубокая пахота — сентябрьская. Удобрение свеклы у пятисотниц производилось преимущественно весной в такой последовательности и в таких количествах (кг) питательных веществ на 1 га:

	У Марии Демченко			У Марины Гнатенко		
	Азота	Фосфора	Калия	Азота	Фосфора	Калия
1. Суперфосфат при посеве	—	30	—	—	30	—
2. Зола весной под культиватор . .	—	10	30	—	10	30
3. Помет куриный под культиватор. .	4	4	2	4	4	2
4. Жижа весной поливом	36	—	36	—	—	—
5. Суперфосфат в рядки	—	27	—	—	27	—
6. Жижа подкормкой при прорывке .	15	—	15	—	—	—
7. Селитра по всходам	5	—	—	5	—	—
8. Суперфосфат подкормкой при прорывке и поверке	—	30	—	—	15	—
9. Калийные соли подкормкой при прорывке и поверке	—	—	40	—	—	40
Всего	60	101	123	9	86	72

Всего внесено под свеклу в удобрениях звеном Марии Демченко около 283 кг, звеном Марины Гнатенко около 167 кг питательных веществ (азот + фосфор + калий) на 1 га.

По колхозу суперфосфат под свеклу с осени применен под глубокую пахоту только на площади 40 га (20 га во второй и 20 га в восьмой бригаде).

Большинство полей весной удобряли суперфосфатом, внося его в количестве 2,1 ц в разброс под культиватор. У пятисотниц при этом суперфосфат внесен на всю площадь, а в других бригадах — только на площадь, неудобренную с осени под свеклу. Кроме того, пятисотницы и некоторые

колхозники вразброс вносили 2 ц золы и 2 ц куриного помета под культиватор. Рядовое удобрение под свеклу вносилось комбинированной сеялкой при посеве в количестве 1,8 ц суперфосфата на 1 га на всех полях. Там, где с осени (на 20 га во второй и восьмой бригадах) вносили суперфосфат, весной в разброс его не применяли.

На участке Марии Демченко перед культивацией на солонцеватых пятнах (около 20% площади) было внесено (с 13/V по 16/V) 200—300 ведер неразведенной навозной жижи и натронную селитру без полива в количестве 50 кг на площадь 0,15 га. Фекалием Мария Демченко удобрила 0,06 га. Это те места, где она делала подсадку свеклы после заморозков, частично уничтоживших всходы свеклы.

Подкормка суперфосфатом и калийными туками без поливки с заделкой их мотыгами при рыхлении междурядий производилась в конце июня и в июле на всей площади звеньев Марии Демченко и Марины Гнатенко.

Кроме того, у Марии Демченко в конце июня и в начале июля 0,8 га свеклы подкормлено 1500 ведрами разведенной (одно ведро на 2 ведра воды) жижой. Жижа вносилась путем полива в период 24/V по 4/VII. Характерным является то обстоятельство, что в борьбе за высокий урожай свеклы мастера социалистических полей применяли самые разнообразные сочетания способов и видов удобрений, которые при внесении их в почву по мере надобности и по ходу роста свеклы выравнивали пестроту почвенного плодородия, создавая, таким образом, благоприятные условия развития сахарной свеклы и нарастание темпов ея роста в местах, где этот рост задерживался заморозками, солонцеватостью почвы и другими отрицательными явлениями.

Стахановцы-пятисотницы переделали почву настолько сильно, что уже к июню-июлю их поля отличались выравненностью в развитии свеклы и в энергичном нарастании веса корня и ботвы.

Разнообразие приемов удобрений и агротехники в целом отмечалось и по другим бригадам колхоза имени Коминтерна.

Так, в 1935 г. 36 га свеклы (12% от всей площади) было охвачено поливом (у Марии Демченко полив водой произведен на 0,8 га). В конце июня бригады 3, 4, 10 и 11-ая подкормку свеклы производили землистым перегноем из расчета около 20 тонн на га, охватив этим способом 8,75 га площади. Около 6 га подкормлено фекалием. Перегной вносили в раздробленном виде в канавки вдоль рядков свеклы, замачивали его там водой, засыпали землей и поливали водой и на следующий день рыхлили почву в междурядиях. Фекалий для подкормки употреблялся так, что одно ведро его разводилось в шести ведрах воды и в таком виде его использовали для полива междурядий с заделкой рыхлением.

Вода для полива, примерно, на 80 метров подавалась из реки по рынвам, устроенным на передвижных козлах, откуда ее использовали путем разноса или развоза бочками под свеклу, отстающую в росте. Непосредственный полив производился вручную. Для облегчения этого процесса наобходимо в дальнейшем произвести несложные установки насосов, так как близость (150—200 м) речки Ольшанки и Роси вполне позволяет использовать полив в самые критические моменты засухи,—как это было в 1935 г. в колхозе „Коминтерн“ в конце июня и первой половине июля.

Разноска же воды для полива вручную, как это имело место в колхозе „Коминтерн“, составляла по подсчетам агронома колхоза Дудника около 600 рабочих часов за пределами и 150 рабочих часов в пределах рынвочной подачи воды на 1 га свеклы. В среднем на поливной га в колхозе „Коминтерн“ затрачено около 400—500 рабочих часов. Эффект от полива и подкормки был очень ощутительный, так как свекла при этих мероприятиях значительно быстро выравнивалась в росте и в меньшей мере страдала от засухи, давая высокие урожаи с единицы посевной площади.

Весенние заморозки 7, 8 и 9 мая захватили около 65 га свеклы, расположенных на террасах участка „Гадючка“. При этом около 30—40% свеклы

было сильно поражено морозом. Это поражение наиболее захватило поле Марии Демченко. Борьбу с поражением морозом организовала в первую очередь Мария Демченко. Окуривание плантации, подсадка семян свеклы и пересадка во время первой прорывки более сильных корней вместо пораженных морозом, — это приемы, которые, благодаря любовно-героическому отношению инициатора социалистического высокого урожая к труду, М. Демченко обеспечили после прорывки густоту стояния в 125 000 корней на 1 га и ликвидировали все отрицательные последствия заморозков. Приемы подсадки более сильных растений, применявшиеся Марией Демченко, широко использовались другими бригадами колхоза „Коминтерн", а также и другими колхозами района им. Петровского. Нами отмечены эти приемы в радиусе около 20 километров, при чем везде их применяли благодаря хорошему и быстрому обмену опытом между колхозами Городищенской МТС района им. Петровского (директор Смушко и агроном Бондаренко).

Оказывая непосредственную помощь Марии Демченко и всем колхозникам, районные агрономы и агроперсонал МТС, под руководством партийной организации района имени Петровского (секретарь РПК Ляльченко), переносили опыт и героические достижения Демченко в другие колхозы.

При нашем посещении соседнего колхоза им. Буденного было обнаружено широкое использование подсадки, в местах пораженных личинкой майского жука. В этом колхозе было собрано 238 кг личинок майского жука на площади около 300 га. Постоянная связь с Марией Демченко агрономов, руководителей колхозов, бригадиров и звеньевых, подчас только в письменной форме, явилась могучим средством передачи опыта героини во все концы не только Украины, но и всего Союза.

Высокий урожай свеклы пятисотниц и в целом по колхозу, наряду с приемами удобрений, обеспечила тщательная обработка почвы, своевременный посев и уход за свеклой за весь период формирования урожая до его сбора.

Весенняя укрывка влаги шлейфованием и боронованием в один след в колхозе им. Коминтерна и на полях пятисотниц произведены в период 23/III по 27/III полностью на всей площади.

Предпосевная обработка, две культивации и боронование тяжелыми боронами в 2 следа, уборка сорняков боронами, граблями и доброкачественный посев с укатыванием его гладким катком произведены на всей площади с 2/IV по 10/IV. Посев у Марии Демченко произведен 4/IV; у Марины Гнатенко 2/IV; норма высева везде была 32 кг на 1 га.

Всходы появились около 19/IV (у Марии Демченко около 17/IV).

Дальнейшая обработка свеклы сводилась к следующему:

1. По колхозу I-я шаровка проведена с 21/IV по 29/IV (а Демченко проведена 17/IV).

По колхозу II-я шаровка — с 4/V по 6/V (Демченко — 5/V).

2. Рыхление на конной тяге и отчасти ручными планетами — с 24/IV по 4/V.

3. Повторное рыхление планетами с 29/IV по 6/V.

4. Прорывка проводилась новым способом в 2 приема:

1-я прорывка — загущенная, с 13/V по 31/V, с расстоянием в рядках около 6 см, с применением специальных грабель-метровки.

5. Рыхление мотыгой „Украинка" проведено с 23/V по 31/V на конной тяге (у Марии Демченко 13/V).

6. Окончательная прорывка произведена на расстоянии между растениями около 18 см в рядках с 29/V по 12/VI.

7. Повторное рыхление „Украинкой" произведено на конной тяге с 1/VI по 16/VI.

8. Поверка с рыхлением междурядий „Украинкой" и в рядках сапкой по колхозу проводились с 18/VI по 25/VI. (У Марии Демченко рыхления

проводились около трех раз в среднем на месяц и более частая прополка сапкой в рядках).

9. По колхозу проведено три дополнительных рыхления:

1-е мотыгой —„Украинкой" тремя долотами с 12/VII по 21/VII, 2-е—„Украинкой" с 4/VIII по 12/VIII на глубину 10—12 см на всей площади и 3-е дополнительное рыхление „Украинкой" с 7/IX по 10/IX на площади 56 га на глубину 12—14 см (у Марии Демченко до 16—18 см).

10. Кроме того, в виде третьего дополнительного рыхления, на 90 га проведено рыхление сапками. Таким образом, с трехкратными дополнительными рыхлениями в колхозе было 146 га.

11. В период 31/VII по 6/VIII на всей площади проведена полка сапками, главным образом, для рыхления почвы в самых рядках и для уничтожения в них сорной растительности.

На полях пятисотниц Демченко и Гнатенко обработка свеклы проводилась в сроки раньше указанных выше первыми, с той разницей, что дополнительные рыхления везде проведены большее число раз на указанные глубины и полностью на всей площади, и с большим числом прополок и рыхлений сапками в рядках.

Качество обработки свеклы в колхозе и своевременность выдержаны полностью, только в 5 бригаде было опоздание с прорывкой и рыхлением междурядий. Плантации Демченко и Гнатенко были обработаны исключительно тщательно. Здесь, при нашем посещении их полей 16 июня с начальником Свекловичного управления НКЗ УССР Векслером и при посещении Севом во время копки, обнаружено полное отсутствие сорняков.

Особенностью и новым качеством в обработке свеклы Демченко и Гнатенко следует отметить тщательный отбор, применявшийся ими во время прорывки, самых сильных по развитию корней сахарной свеклы. Этот метод работы, не всегда выдерживающийся в массовом масштабе, является с агротехнической точки зрения самым существенным приемом для обеспечения нарастающих темпов роста каждого растения в отдельности и образования высокого урожая на всей площади посева. Сильные растения более энергично используют питательныя вещества и воду из почвы и дают более высокий прирост среднего веса корня на плантации, что в конечном счете сказывается на получении высокого урожая.

Таким образом, в 1936 году разворот борьбы за высокий урожай необходимо проводить так, чтобы наряду с удобрением и тщательной обработкой почвы обеспечить самый лучший отбор сильных растений в рядках при разборе букетов и при прорывке сахарной свеклы. Что следует особенно отметить из всего вышеприведенного по колхозу им. Коминтерна, это то, что пятисотницы Мария Демченко и Марина Гнатенко вскрыли новые резервы агротехники в наших условиях. Наряду с использованием местных удобрений, которыми они обеспечили добрую половину применявшихся ими питательных веществ под свеклу, эти стахановцы полей изменили ряд процессов в агротехнике свеклы. Это подлинно они обеспечили двойную прорывку и отбор при этом самых сильных растений, это они правильно применили две шаровки сахарной свеклы, это они показали, что тщательный уход с применением пересадки, подсева и подсадки сахарной свеклы в руках новых людей и при совершенной агротехнике дают действительно чудеса, ломают старые нормы урожая и указывают путь к получению еще более высоких урожаев, чем 500 ц с га. Достижения с-х. науки в вопросах подкормки в руках стахановцев превращаются в мощные рычаги управления урожаем.

При пребывании на полях Марии Демченко и Марины Гнатенко 16 июня, нами было обнаружено, что средний вес корня у Демченко составлял около 44 г и ботвы около 201 г. Анализ почвы в этот период показал такие запасы питательных веществ в мг на 100 г почвы: нитратного азота по Ваксману 30 мг, растворимого фосфора по Круминсу 1,8 мг и подвижного калия 5 мг.

Для выравнивания этого соотношения в сторону более сильного развития корня и нормального развития ботвы пятисотница по нашему указанию применили подкормку суперфосфатом и калийными солями.

Подкормка, как об этом сообщил агроном колхоза Дудник в письме агрохимической лаборатории ВНИС'а, произведена в точно указанные сроки. С 15/VI по 20/VI первый раз и вторично 20/VII, при чем каждый раз для этой цели Демченко применяла 1 ц суперфосфата и 0,5 ц калийных 30—40% солей, а Гнатенко 0,5 ц суперфосфата и столько же калийных солей.

Это мероприятие проведено пятисотницами с последующим глубоким рыхлением междурядий для заделки удобрений, осуществленное подкормкой в сухом виде, значительно содействовало нормальному ходу роста свеклы в последующие периоды. Опыты, проведенные в 1935 г. агрохимической лабораторией ВНИС'а, показали, что внесение фосфора весной и к августу месяцу дает нарастание веса корня на 134% и сахаристости до 18,75% против контроля 18,10%, где фосфор вносили только весной и где вес корня взят за 100%. В случае применения такого способа для калия вес корня увеличивается также значительно, а сахаристость возрастает до 18,90% против тех же 18,10%.

Таким образом, изменение „подкормкой" соотношений питательных веществ в почве положительно сказывается на развитии сахарной свеклы и увеличении ее урожая и сахаристости.

Полученные высокие урожаи на полях Демченко и Гнатенко и применявшийся ими весь комплекс агротехники, в том числе и внесение удобрений во время роста сахарной свеклы в летний период, со всей очевидностью указывает на громадную роль усовершенствования агротехники, каторая в руках мастеров высокого урожая сахарной свеклы и других культур позволяет им превосходить все существующие до сих пор уровни урожая.

Наряду с повышением урожая при высокой агротехнике изменяется в лучшую сторону и почвенное плодородие. Так, по данным агрохимической и агропочвенной лаборатории ВНИС'а, на полях Демченко и Гнатенко после уборки свеклы количество подвижных питательных веществ значительно возрастало: по фосфорной кислоте на участке Демченко увеличение отмечено в три и по калию в четыре раза больше против того количества, которое было для этих элементов питания до внесения удобрений „подкормкой". Подкормка, как правило, должна сопровождаться рыхлением междурядий. Нормальное соотношение питательных веществ для самых высоких урожаев может быть установлено внесением с осени, весной и в летний период местных и отпускаемых колхозам удобрений, для чего всегда необходимо составить план применения удобрений в соответствии с особенностями почвы и запасами удобрений в хозяйствах.

В системе агротехнических мероприятий—обеспечение нормальной густоты насаждения корней на гектар до копки свеклы и уничтожения вредителей, занимают одно из видных мест. На участке Демченко к моменту копки было 113 300 растений на га, а по колхозу 93 000.

Во время прорывки у Демченко на 1 гектаре было около 125 000, а по колхозу 105 000 корней свеклы.

Если учесть всю тщательность ухода и обработки, то станет ясно, что урожай в 523,7 ц с 1 га, который получен Демченко и 301 ц по колхозу, в сильной мере зависит от той особенности и тщательности комплекса агротехники, которые были осуществлены в 1935 году Марией Демченко.

Большой мастер урожая свеклы Мария Демченко показала образцы методов работы, которые позволили ей получить в 1934 году 469 ц и ровно через 1 год—523 ц свеклы с га.

Соответственно колхоз в целом в 1934 году получил 275, а в 1935 году 301 ц урожая свеклы с га.

Высокий урожай свеклы у Демченко сопровождался нормальной сахаристостью, лишь преобладание азота в торфянистой почве сказалось на качестве свеклы в сторону увеличения его запасов в растении. Получение высокого урожая по колхозу и особенно на полях пятисотниц в значительной мере зависело от того героического уничтожения вредителей, которое проводилось в колхозе и на полях пятисотниц. Появившуюся на полях блоху тщательно выловили полотнищами, обмазанными патокой и дегтем. Долгоносик в колхозе полностью собран и уничтожен. Особую угрозу на полях Демченко и на полях 2, 3, 8, и 11-й бригады представляла появившаяся медведка, которую уничтожили, собравши ее при помощи горшков, врытых в землю на дне канавок.

Личинка майского жука и гусеница озимой совки выбирались ручным способом. Луговой мотылек, бабочка которого появилась на полях колхоза 23/VI, охватил (гусеницей) около 115 га. В среднем плотность гусеницы составляла от 40 до 80 штук на 1 кв. м, доходя в отдельных местах до 500 штук. Уничтожение этого вредителя проводили таким образом:

а) бабочку лугового мотылька тщательно вылавливали (по сообщению агронома Дудника в колхозе ее собрано около 213 кг);

б) неоднократным проходом по всем плантациям гусеницеловки Тарнавского гусеница уничтожалась;

в) ручным сбором уничтожено около 503 кг гусеницы.

Кроме того в колхозе работало 40 ручных, 5 пароконных и один тракторный опрыскиватели, при помощи которых свекла несколько раз опрыскивалась раствором хлористого бария (700 г хлористого бария на ведро воды). Мария Демченко на свою плантацию гусеницы вовсе не допустила.

В результате широко развернутой и своевременно проведенной борьбы с вредителями густота насаждения корней на гектар у Демченко на время копки составила, как уже упоминалось, 113 300, по другим бригадам она достигала 110 000 (8-я бригада), а в седьмой бригаде, где имело место выдувание и где много было личинок майского жука, своевременно не уничтоженных, густота насаждения на время копки была снижена до 73 400 корней. В среднем по колхозу густота насаждения на время копки составила 93 000 корней на га.

Копка свеклы на площади около 100 га проведена свеклоподъемниками на тракторной тяге, а на остальных полях — вручную. Очистка ботвы произведена ножем Сторожика и отчасти обыкновенными ножами. Несмотря на крупные корни, Демченко работала так, что ее производительность на очистке свеклы ножем Сторожика на 30% выше, чем это имело место у других бригад.

Более высокая производительность труда стахановки Демченко и последовавших ее примеру колхозников Староселья обеспечили высокий урожай, несмотря на меньшую обеспеченность осадками 1935 года против 1934 года.

Если сопоставить урожай свеклы 1934 года с урожаем 1935 года и осадки за эти годы, то получится такая картина:

Осадки по месяцам в миллиметрах

	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Всего
1934 год	12	0	8	1	128	45	7	201
1935 год	1	56	65	2	31	16	17	188

Урожай в центнерах свеклы с 1 гектара

	У Демченко	По колхозу
1934 год	469	275
1935 год	523,7	301

Учитывая, что почва с осени 1933 года была значительно более насыщена влагой, чем осенью 1934 года, можно сделать заключение, что хорошей работой и высокой агротехникой колхозники при всякой погоде могут получать высокий урожай сахарной свеклы, при условии, когда они будут умело использовать все возможности колхозного строя, честно будут работать на социалистических полях и так, как это сделала, получившая наивысшую награду нашей страны — орден Ленина, Мария Демченко, будут повышать производительность труда, агротехнику и свой культурный уровень. Демченко, как и все другие пятисотницы, получила высокий урожай благодаря тому многообразию мероприятий агротехники, механизации и химизации и благодаря всестороннему знанию и любовному уходу за свеклой, какие она своевременно, сознательно, организованно и доброкачественно применила на своих полях.

Выводы

На основании анализа условий борьбы за высокий урожай и состояния агротехники на полях звеньевых Марии Демченко, Марины Гнатенко и в колхозе имени Коминтерна можно указать на следующее:

1. Урожай сахарной свеклы в 523,7 ц с 1 га у Демченко, 511 ц с га у Гнатенко и 301 ц в среднем по колхозу имени Коминтерна на площади в 300 гектар — является результатом нового комплекса многообразных агротехнических приемов, средств химизации и ухода за свеклой, применявшихся пятисотницами и колхозниками, проявившими стахановское знание дела и беспредельную преданность колхозной общественной собственности — на основе высокой производительности труда.

2. Опыт пятисотниц выдвигает и со всей очевидностью подчеркивает необходимость своевременного и доброкачественного проведения под свеклу таких мероприятий:

а) тщательная своевременная и высококачественная обработка почвы, начиная с раннего лущения, глубокой пахоты с осени и обработки и ухода за свеклой с начала посева и до копки свеклы;

б) всестороннее использование местных удобрений (зола, птичий помет, жижа, моча, дефекат, перепрелый навоз, фекалии и т. п.);

в) использование нового приема „подкормки" сахарной свеклы в период вегетации;

г) введение в практику двух шаровок и особенно двух прорывок, из которых первая—в букетах, загущенная, а вторая — нормальная, позволяющих развить индивидуальные качества роста каждого растения и возможность отбора из букетов и в рядках наиболее сильных растений.

Отбор более сильных растений обусловил на плантации Марии Демченко выгодное для урожая в 523 и больше центнеров с га соотношение корней по весу к моменту копки свеклы.

Анализ по весу корней у Демченко, произведенный Севом на двух кучах свеклы во время копки, показал, что вес наименьшего корня лежит в пределах от 213 до 333 грамм, среднего от 336 до 500 грамм и крупного корня от 586 до 889 и более грамм.

Соотношение крупных к средним и мелким корням для двух куч составляет

для 1-й кучи в 182 корня — 31:78:73

для 2-й кучи в 137 корней — 47:51:39

3. Многократное удобрение свеклы в период ее роста с применением в начальной стадии развития азотистых (селитра, жижа) и в июне-июле — фосфатно-калийных (суперфосфат, калийные соли) удобрений создавало наиболее благоприятные условия для развития сахарной свеклы, при которых в начале форсировался рост ботвы, а в конце—развитие корня. Дополнительное рыхление междурядий с постепенным углублением на 7—8—10—12—14

— 16 и даже глубже сантиметров наиболее правильно сочеталось с подкармливанием свеклы, заделкой удобрений и создавало лучшие условия газообмена, водного и санитарного режима в почве, изменяя соотношение питательных веществ, при котором растение более эффективно использует их для высокого урожая.

4. Изменение почвенного плодородия в сторону его повышения и установление возможного управления соотношением питательных веществ в почве и весом корня к ботве, проводившихся пятисотницами колхоза им. Коминтерна, обогащает науку и практику новым арсеналом приемов повышения урожая сахарной свеклы и других культур.

5. Методы работы героини Демченко и весь опыт великого движения стахановцев полей—пятисотниц должны послужить основой для еще более высоких урожаев сахарной свеклы, зерновых культур, хлопка и других культур. Применявшиеся ими мероприятия, как наиболее прогрессивные, должны быть освоены наукой и производством и внедрены в широкую практику борьбы за социалистические урожаи, за выполнение указаний вождя мирового пролетариата великого Сталина — дать стране по УССР в 1936 году 200 — 250 центнеров с га свеклы и в ближайшие 3 — 4 года 7 — 8 миллиардов пудов зерна по Союзу.

(Получена редакцией 2 января 1936 г.).

1935 г. НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 5—6

по сахарной промышленности (орган ВНИС'а)

В. В. СЕЛИХОВ

УПРАВЛЕНИЕ СТАДИЯМИ РАЗВИТИЯ, КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Теория академика Т. Д. Лысенко о стадийном развитии растений нашла полное подтверждение и в науке и в широкой производственной практике, а яровизация, как метод управления развитием растений в полевых условиях, уже дала стране много тонн добавочного зерна.

На основе этой теории, мы провели изучение развития и роста ряда культурных растений (махорка, топинамбур, цикорий, табак) и пришли к выводу о возможности управления не только развитием, но и ростом, т. е. накоплением вегетативной массы растения. Это изучение необходимо у растений, возделываемых, в основном, для получения урожая листьев или корнеплодов.

Рост растений, под которым мы понимаем накопление массы вещества, есть одно из свойств развития. Т. Д. Лысенко (1) указывает, что степень выражения роста зависит от стадий развития и от условий внешней среды,—рост есть функция развития.

Если биологи научились управлять развитием, а этому их научили И. В. Мичурин и Т. Д. Лысенко, то теперь мы можем подойти к разрешению следующей задачи — управления ростом. Последнему вопросу до сих пор не уделялось должного внимания, так как основной упор был направлен на управление развитием, в целях получения урожая зерна.

Растение в своем развитии от семени до семени проходит ряд стадий. Для прохождения стадии яровизации в комплексе внешних условий практически ведущую роль играют температурные условия и влажность, для второй же стадии ведущая роль переходит к свету.

„Под стадиями развития семенного растения мы понимаем только те качественные, специфические, требуемые природой растения, изменения в точках роста стебля, без которых невозможно получение семян из высеянного семени. На базе этих качественных изменений (правильнее из них), т. е. стадий развития, развиваются части и органы растений, различные их свойства и качества“ (Лысенко — 1).

Опыты ряда авторов показывают, что яровизация семян многих растений, ускоряя прохождение первой стадии, тем самым способствует повышению урожайности вегетативной массы растения.

В опытах Н. И. Ефимовой (3) по яровизации семян махорки, наблюдался мощный рост яровизированных растений, значительно превосходящий рост контрольных экземпляров. Так, например, у сорта Хмеловка, посев неяровизированными семенами дал 112,5 ц с га, а при яровизации 121,2 ц; у сорта „высокорослая зеленая“, при обычном посеве урожай махорки был получен в 100 ц с га, при яровизации в 107,5 ц. Таким образом, яровизация семян махорки увеличивает урожай на 7—8%, в сравнении с посевом неяровизированными семенами.

Еще большая эффективность яровизации отмечается в опытах А. Чепиковой (10) с тимофеевкой, где наблюдалось повышение урожая вегетативной массы, при яровизации семян этой культуры, более чем в 3 раза.

В опытах С. М. Иванова (8) по яровизации целого ряда культур получены данные, показывающие значительное повышение урожая вегетативной массы при яровизации семян кориандра, сафлора, подсолнечника и др. растений.

Таблица 1

Влияние яровизации на урожай вегетативной массы

	Неяровизированные (в граммах)	Яровизированные (в граммах)	Эффект от яровизации (в процентах)
Кориандр	2,2	5,6	154
Сафлор	4,4	6,4	43
Подсолнечник	42,1	51,0	21
Рыжик	6,2	7,0	14
Миндау	8,7	9,6	10

Нами был проведен в 1934 г. опыт яровизации семян моркови. Мы взяли образец кормовой французской моркови, семена которой были прояровизированы и высеяны, наряду с обычными семенами этого сорта. Учет веса и анализ корней на содержание сухих веществ показал значительное повышение утилитарных признаков у яровизированных посевов. Урожай с га яровизированной моркови превышал обычный посев на 30 ц или на 25%. Количество сухих веществ с 11,3% повысилось до 12,3%. Урожай сухой массы на яровизированном посеве был 15,2 ц и на неяровизированном 12—8 ц с га.

	Неяровизировано	Яровизировано
Урожай с га	113,3	142,3
% сухих веществ	11,27	12,31
Урожай сухих веществ на га	12,8	15,2

Все эти примеры с полной очевидностью показывают влияние яровизации на рост различных растений. Ускоряя стадию яровизации, мы создаем основу для энергичного накопления вегетативной массы.

Наряду с этим, замедление развития в световой стадии также ведет к увеличению вегетативной массы растения.

Уже в опытах Гарнера и Алларда (12) есть указания на мощный рост корнеплода редиски в условиях короткого дня.

В опытах А. Дорошенко (6) с ячменями и пшеницами, условия короткого (9—12 часового) дня приводили к значительному росту вегетативной массы, увеличению рабочей поверхности, превышающей у некоторых форм в 9—10 раз листовую поверхность контрольных растений.

Таблица 2

Влияние света на рост ячменя

Сорт	Вес растения в граммах			
	Нормальный день	12 часов	9 часов	6 часов
Памирский	13,9	37,9	40,6	16,2
Монгольский	16,2	29,8	53,7	39,8
Архангельский	28,2	67,0	39,8	14,8

Это же явление наблюдалось в опытах О. Щегловой (9), где укорочивание дня до 8—10 часов увеличивало рост вегетативной массы и площадь листовой поверхности фасоли на 40—50%, в сравнении с нормальным днем.

В опытах Е. Синской (11) по фотопериодизму, укорочивание дня до 12 часов приводило к увеличению веса корнеплода растений. Так, например, редис на 12 часовом дне дал более крупный корнеплод, чем на нормальном дне. Монгольский редис, имеющий обычно тонкие корни, на коротком

дне образовал хозяйственно годный корнеплод. Та же картина наблюдалась у японского турнепса, индийской репы, японского редиса и др. растений.

В работе В. Н. Космодемьяновского (4) с сортами табаков отмечается значительный эффект при воздействии коротким днем на рассаду табака, стимулирующий и общее развитие растений и урожай сухой массы листьев. В этих опытах урожай сорта „рапезонд" на коротком 10 часовом дне увеличился в сравнении с контролем на 1,5 ц.

В наших опытах с махоркой в 1932 году укорочивание дня в течение 25 дней и последующая высадка рассады в поле значительно повысили урожай листьев махорочного растения.

Таблица 3

Влияние короткого дня на урожай вегетативной массы махорки

Сорт	Все растения в г	
	Контроль	12 часов
Примаковка . . .	247	263
Высокорослая . . .	320	425
Бакун черный . . .	345	402
Хмелевка	306	367
Гунди табак	230	242

По поводу всех этих явлений акад. В. Н. Любименко (9) пишет, что „у растений длинного дня можно кратковременным воздействием короткого дня на ранней стадии развития индуцировать мощное развитие листьев: в результате индуцированные растения дают значительно больший прирост растительной массы, чем те, которые все время развиваются на длинном дне".

Мы стоим на другой точке зрения, мы исходим из принципов стадийного развития растений и связи роста растений со стадиями развития. Если стадия яровизации проходит быстро, то на основе этой стадии, при наличии соответствующих влажности, света, почвенного и воздушного питания, рост растения будет усиленный. Если световая стадия проходит медленно, например, на коротком дне у растений „длинного дня", то рост также будет усиленный. Наоборот, при быстром похождении световой стадии рост окажется слабым.

Следовательно, яровизируя семена сахарной свеклы и других растений, возделываемых для получения вегетативной массы, мы можем увеличить урожай сырья. Возможно, кроме того, укоротить день, удлиняя тем самым продолжительность световой стадии и, в результате, повысить урожай. Если последний прием может применяться лишь при культуре свеклы рассадой, при которой технически не сложно, в парниках, сокращается дневной режим, то яровизацию семян легко осуществлять в обычных производственных условиях.

Наши трехлетние данные определенно показали положительную реакцию большинства сортов свеклы на яровизацию семян. Впервые мы поставили опыт в 1932 году с тремя сортами свеклы, а затем проверили на большем количестве сортов.

Технический прием намачивания семян перед посевом имеет свою давнюю историю в культуре сахарной свеклы.

В описании Мошногородищенского имения в 1913 году П. Р. Слезкин (12) приводит инструкцию по замачиванию семян. По этой инструкции для ежедневной замочки, свекловичных семян берется количество, необходимое для суточного высева всех сеялок. Первую воду рекомендуется давать до одной трети веса семян, после чего семена сгребаются в кучу и покрываются мешками. В таком виде куча остается, пока опущенный в середину кучи термометр не покажет 10—12° тепла; затем кучу раскрывают и, регулируя толщину, держат температуру 8—10°.

Через 2—3 дня семена снова смачивают в количестве 6 литров воды на 16 кг семян. После добавления второй воды, семена уже не складываются в конус, а тщательно перемешиваются и ссыпаются в форме плоской кучи, толщиной в 2—4 вершка с температурой не выше окружающего воздуха. Через 7—8 дней, если будет недостаточная влажность семян, дают третью воду до полного количества. Вся замочка заканчивается в 8—10 дней.

В свете теории стадийности развития растений, этот прием приобретает новое обоснование в виде процесса яровизации, вызывающего в семенах и проростках качественные и количественные изменения, обусловливающие весь дальнейший характер развития и роста растений.

Яровизацию необходимо начинать с соответствующей подготовки семян за 15—18 дней до посева. Семена нужно брать чистые, схожестью не менее 75% с расчетом высева сухих семян в количестве 33—34 кг на га. Необходимое для опыта количество семян смачивается водой 16—18° С в количестве $^1/_3$ части веса семян. Температура помещения также должна быть 16—18° С. Намачивание семян производится в ящике или на деревянном полу, при чем необходимо тщательно несколько раз перемешивать всю кучу семян. На следующий день семена снова смачиваются водой, как и в первый раз в количестве $^1/_3$ части веса семян. Последнее смачивание производится на третий день. Таким образом, общее количество воды, пошедшее на смачивание, будет равно весу семян.

Нужно внимательно следить, чтобы температура помещения и воды была 16—18° С. Если термометр в куче семян будет показывать меньше 16°, то кучу необходимо собрать в конус; при увеличении температуры выше 18°, кучу семян нужно разослать тонким слоем. Семена необходимо перемешивать не менее 7—8 раз на день деревянными лопатами.

На 4 день яровизации семена ставят в условия прохладной температуры, 3—4° тепла. Для этого в помещении, где проводилась замочка семян, делают хорошие сквозняки или переносят семена в другое помещение с температурой 3—4°. В этих условиях семена должны яровизироваться в течение 12—15 дней. Во время яровизации рассыпать семена на деревянном полу слоем 10—12 см. Если температура будет повышаться более 4°, то слой семян нужно сделать тоньше и усилить перелопачивание, при температуре ниже 3°—семена собирают в конус.

На день посева, часть семян (не более 5—10%) будет иметь небольшие белые точки, благодаря начавшемуся прорастанию корешков.

Норма высева для обычного посева—33—34 кг на га, яровизированными семенами—45 кг.

Путем яровизации семян свеклы удается повысить урожай корней на 15—20 процентов. В опыте 1932 г. нами были получены урожаи свеклы при яровизации на 18 ц выше обычного посева сорта Ивановской станции и на 21 ц у сорта ХОС-ХОС.

Таблица 4

Влияние яровизации на урожай (в ц с га)

	Ивановка	ХОС—ХОС
Сухие семена	280	401
Яровизированные 20 дней .	298	422
Намоченные за 3 дня до посева	277	—

Важно отметить, что намачивание семян за 3 дня до посева не дало никакого положительного эффекта и даже несколько снизило урожай.

В опытах 1933 г. были получены результаты, характеризующие различную отзывчивость отдельных марок на яровизацию. Из таблицы видно, что сорта ХОС-ХОС и Немерча реагировали на яровизацию, а сорт Верхнячка остался без изменения.

Таблица 5

Отзывчивость отдельных марок сахсвеклы на яровизацию

	Вес корня			Процент сахара		
	ХОС—ХОС	Верхняч-ка	Немерча	ХОС—ХОС	Верхняч-ка	Немерча
Контроль	100	100	100	15,2	15,8	16,1
15 дней яровизации	105	102	99	15,2	16,0	16,1
30 „ „	111	104	104	15,1	16,4	16,1
45 „ „	109	93	110	15,0	16,0	16,2
60 „ „	98	79	101	15,0	16,4	16,1
75 „ „	80	73	83	14,5	15,7	15,3

Данные показывают, что урожай корней при яровизации у отдельных сортов повышается на довольно значительную величину, при более или менее стабильном поведении сахаристости.

Наибольший эффект наблюдался при яровизации семян в течение 15—30 дней при температуре +2 до +4°. Более продолжительный срок яровизации может действовать, по нашим данным, отрицательно на урожай корней. По данным же Мироновской станции (13), яровизация в течение 60 дней давала самый лучший эффект.

Таблица 6

Данные Мироновской селекстанции по яровизации сортов свеклы в опыте 1933 г.

Сорта	Урожай корней в процентах от контроля при сроках яровизации			
	60 дней	45 дней	30 дней	15 дней
Кальник	109,6	101,4	110,9	103,4
МТ—7—22	87,2	92,1	101,2	101,2
М—4	104,3	86,1	98,6	97,8
М—3а	101,7	100,3	107,8	105,3
МВ—157/23	111,8	105,5	113,2	106,0
МХ—В.30	116,4	95,8	102,5	97,3
МВ—а/30	—	102,0	100,3	99,7
М—1145/25	110,8	113,9	103,2	110,5
М—30	129,0	126,5	122,5	115,5
М—718	118,5	106,4	103,6	110,7
Среднее	109,0	102,3	105,5	104,7

В условиях опыта 1934 года, проведенного нами во ВНИС'е, значительное большинство сортов подтвердило реакцию свеклы на яровизацию, при чем чрезвычайно важно отметить наблюдавшееся повышение энергии роста в начальных фазах развития.

Учет пробы 100 ростков, в период прорывки, показал значительное увеличение веса яровизированных растений, в сравнении с контрольными растениями. Из набора 22 сортов, прирост веса ростков свыше 15% имело большинство сортов.

Таблица 7

Относительный вес 100 ростков при яровизации и при обычном посеве

№№ по порядку	Название сорта	Относительные величины (в процентах от контроля, принятого за 100)		
		Неяровизированные	Яровизированные	+ —
1	Ивановской селекстанции — партия 727	100	157,69	+57,69
2	Немерчанской селекстанции — партия 722	100	154,02	+54,02
3	Ильинецкого семрассадника — партия 730	100	153,98	+53,98
4	Верхнячской селекстанции — ВЕП/32	100	153,98	+53,98
5	Бийск — партия 766	100	137,12	+37,12
6	Стандарт II пятилетки	100	132,67	+32,67
7	Б.-Церковской селекстанции	100	128,10	+28,10
8	Первомайской селекстанции — суперэлита	100	125,62	+25,62
9	Весело-Подолянской селекстанции — 725	100	125,58	+25,58
10	Харьков — партия 739	100	120,78	+20,78
11	Ивановской селекстанции — марка 33/43, партия 738	100	119,32	+19,32
12	Ильинецкого семрассадника — партия 732	100	118,86	+18,86
13	Весело-Подолянской селекстанции — партия 724	100	118,89	+18,89
14	Бийск — партия 768	100	114,16	+14,16
15	Верхнячской селекстанции — партия 774	100	109,34	+ 9,34
16	Стандарт I пятилетки	100	108,73	+ 8,73
17	Рамонской селекстанции — партия 760	100	107,78	+ 7,78
18	„ „ — партия 762	100	102,69	+ 2,69
19	Уладовской селекстанции — партия 755	100	100,56	+ 0,56
20	Льговской селекстанции — партия 784	100	85,72	—14,28
21	„ „ „ 778	100	89,87	—10,13
22	Рамонской селекстанции — партия 768	100	96,80	— 3,20

Наибольшее повышение веса ростков при яровизации наблюдалось у сортов Ивановской, Немерчанской, Ильинецкой и Верхнячской станций. Неотзывчивыми в этот период проявили себя сорта Рамонской станции, Льговской и Уладовской.

Проведенное исследование взятых проб яровизированной и неяровизированной свеклы на пораженность корнеедом показало значительное снижение заболеваемости корнеедом при яровизации семенного материала. Отдельные сорта снижали заболевание корнеедом с 50% до 15—20%.

В особенности резкое снижение наблюдалось у ряда марок Уладовской, Льговской и Ивановской станций. Менее резко реагировали марки Весело-Подолянской станции, Верхнячской и Рамонской, некоторые марки оказались совершенно не отзывчивыми на яровизацию по заболеваемости корнеедом.

Из набора 22 сортов—10 марок имели уменьшение процента корнееда свыше 10% и до 38%; 9 марок снизили корнеед на 1 и до 10% и 3 марки незначительно повысили зараженность (см. таблицу 8 на стр. 21).

Таким образом, яровизация может являться также одним из путей и в борьбе против корнееда.

Влияние яровизации в значительной степени сказалось на изменении утилитарных признаков сахарной свеклы, при чем реакция отдельных сортов была неодинакова, в чем, безусловно, проявились сортовые особенности каждой марки. В группу отзывчивых попадают марки Весело-Подолянской и Льговской станций, имеющие высокую оценку отзывчивости. К этой группе относятся некоторые марки Первомайской и Ивановской станций. Повышение урожаев было от 10 до 28 ц на га.

Вторую группу составляют марки неотзывчивые, в которые входят сорта Уладовской и Бийской станций, а также часть сортов Рамони, Ивановской и ХОС-ХОС. В этой группе наблюдалось как повышение урожаев до 6 ц, так и снижение до 9 ц (см. таблицу 9 на стр. 21).

Таблица 8

Влияние яровизации на уменьшение процента корнееда

№№ по порядку	Название сорта	Процент корнееда		
		Неяровизированные	Яровизированные	+ —
1	Уладовской селекстанции — партия 755	50,91	12,78	— 38,13
2	Льговской селекстанции — партия 784	49,57	28,70	— 20,87
3	Бийск „ — „ 768	31,0	12,27	— 18,73
4	Стандарт II пятилетки	42,58	25,72	— 16,86
5	Льговской селекстанции — партия 778	54,66	38,09	— 16,57
6	Немерчанской селекстанции — партия 722	61,76	45,97	— 15,79
7	Ивановской селекстанции — партия 738	64,51	50,39	— 14,12
8	Первомайской селекстанции — суперэлита	58,55	44,61	— 13,94
9	Рамонской селекстанции — партия 763	48,27	35,50	— 12,77
10	Ивановкой селе кстанции — партия 727	72,44	61,09	— 11,35
11	Б.-Церковской селекстанции	55,92	46,10	— 9,82
12	Стандарт I пятилетки	51,50	42,27	— 9,23
13	Харьков — партия 739	36,18	29,07	— 7,11
14	Весело-Подолянской селекстанции — партии 724	61,83	54,57	— 6,26
15	Бийск — партия 766	30,29	24,23	— 6,06
16	Ильинецкой селекстанции — партия 730	55,71	52,89	— 2,82
17	Весело-Подольской селекстанции — партия 725	64,50	61,93	— 2,57
18	Рамонской селекянтанции — партия 760	54,78	53,88	— 0,9
19	Ильинецкой селекстанции — партия 732	61,82	61,35	— 0,47
20	Верхнячской селекстанции — партия 774	49,29	5,64	+ 2,35
21	Верхнячской селекстанции — ВЕП/32	46,26	49,22	+ 2,96
22	Рамонской селекстанции — партия 762	51,67	58,50	+ 6,83

Таблица 9

Влияние яровизации на урожай корней

№№ по порядку	Название сорта	Урожай корней в ц с га			Урожай яровизированных в процентах к неяровизированным
		Неяровизированные	Яровизированные	+ —	
1	Льговской селекстанции — партия 784	218	244	+26	111,9
2	Первомайской селекстанции — мешанка № 1	205	229	+24	111,8
3	Весело-Подолянской селекстанции — мешанка № 2	255	283	+28	111,0
4	Рамонской селекстанции — партия 760	207	228	+21	110,1
5	Льговской селекстанции — партия 778	193	211	+18	109,3
6	Ивановской селекстанции — марка 33—43	251	273	+22	108,8
7	Верхнячской селекстанции В. М. 9 р/32	222	238	+16	107,2
8	Б-Церковской селекстанции — партия 743	191	203	+12	106,3
9	Немерчанской селекстанции — партия 722	239	249	+10	104,2
10	Весело-Подолянской селекстанции — мешанка № 1	239	249	+10	104,2
11	Харьков — партия 739	234	240	+ 6	102,6
12	Уладовской селекстанции — партия 755	248	254	+ 6	102,4
13	Бийск — партия 766	220	225	+ 5	102,3
14	Рамонской селекстанции — партия 762	175	179	+ 4	102,3
15	Стандарт I пятилетки — партия № 2	232	233	+ 1	100,4
16	Верхнячской селекстанции — ВЕП/32	266	264	— 2	99,2
17	Бийск — партия 768	200	197	— 3	98,5
18	Ильинецкой селекстанции	219	215	— 4	98,2
19	Ивановской селекстанции — марка 33—62	248	243	— 5	98,0
20	Ильинецкой селекстанции	232	226	— 6	97,4
21	Стандарт II пятилетки — 369 из Трубеч.	242	234	— 8	96,7
22	Рамонской селекстанции	230	221	— 9	96,1

Процент сахара в корнях также изменился при яровизации, при чем наблюдалось как повышение, так и понижение сахаристости. Отдельные сорта Верхнячской, Бийской, Льговской, Первомайской станций особенно резко повышали процент сахара (до 1%), наоборот, Уладовка, Ивановка и Рамонь снижали сахаристость на яровизированных посевах.

Урожай сахара, как величина производная от сахаристости и веса корней, увеличился на яровизированных посевах у 17 сортов из 22 сортов опыта. Наибольшее увеличение имел сорт Льговской станции (7,7 ц), Первомайской (6,5) и Весело-Подолянской (4,8).

Опыты 1934 года, проведенные в нескольких опорных пунктах на больших площадях, дают также положительные результаты, показывающие безусловное влияние яровизации свеклы на увеличение урожайности корней и сбора сахара с гектара. Так, по данным опорных пунктов, сведенным Ф. А. Севом, получены результаты, из которых видна значительная реакция свеклы на яровизацию, в особенности на Бершадском и Моевском опорных пунктах. В среднем, по 8 пунктам яровизированный посев имел урожай на 11 ц выше посева неяровизированными семенами.

Таблица 10

Опыт по яровизации на опорных пунктах

	Товарково			Моевка		
	Неяровизированный посев	Яровизированный посев	+ —	Неяровизированный посев	Яровизированный посев	+ —
Урожай корней в ц с га	116	132	+16	221	241	+20,0
Процент сахара	16,1	15,9	— 0,2	15,3	15,7	+ 0,4
Урожай сахара в ц с га	18,7	21,0	+ 2,3	33,9	38,0	+ 4,1
	Саливонки			Бершадь		
Урожай корней в ц с га	69,0	71,4	+2,4	117,8	168,3	+50,5
Процент сахара	17,3	18,5	+1,2	18,1	18,0	— 0,1
Урожай сахара в ц с га	12,0	13,2	+1,2	21,2	30,2	+ 9,0

Заключение

Проблема управления развитием растений в значительной степени разрешена на основе теории академика Т. Д. Лысенко о стадийном развитии растений. В настоящее время необходимо осветить вопрос о связи роста или накопления вегетативной массы со стадиями развития. Ряд исследований с махоркой, травами, подсолнечником, рыжиком, морковью и др. показывают положительное влияние яровизации на накопление вегетативной массы растения. Следовательно, управляя стадией яровизации, мы можем ускорить мощность прироста массы у технических растений, возделываемых ради вегетативных частей.

С другой стороны, в исследованиях по фотопериодизму, многие авторы указывают на увеличение веса листьев, стеблей, корнеплодов у растений „длинного“ дня при развитии их на укороченном дне.

Таким образом, задерживая прохождение световой стадии, мы можем, как и в первом случае, увеличивать рост вегетативной массы.

Эти данные говорят о безусловной связи роста с развитием, подтверждая, что рост есть функция развития.

Управляя развитием по стадиям, мы можем соответственно управлять и ростом растений. Чем сильнее развито растение по стадии яровизации, тем мощнее проходит накопление вегетативной массы. Чем слабее растение

Таблица 11

Влияние яровизации на урожай сахара

№№ по порядку	Название сорта	Урожай сахара в ц с га			Урожай сахара яровизированных в процентах к неяровизированным
		Неяровизированные	Яровизированные	+ —	
1	Льговской селекстанции—партия 784	33,5	43,2	+7,7	121,7
2	Первомайской селекстанции—мешанка № 1	36,5	43,0	+6,5	117,8
3	Б.-Церковской селекстанции — партия 743	39,4	34,1	+3,7	112,2
4	Немерчанской селекстанции—партия 722	39,6	44,0	+4,4	111,1
5	Весело-Подолянской селекстанции—мешанка № 2	46,1	50,9	+4,8	110,4
6	Верхнячской селекстанции — ВЕП/32	48,1	47,2	+4,1	109,5
7	Рамонской селекстанции—партия 760	35,2	38,1	+2,9	108,2
8	Бийск — партия 766	42,0	45,4	+3,4	108,1
9	Верхнячской селекстанции—ВМ 9 р/32	39,3	42,3	+3,0	107,6
10	Харьков — партия 739	35,3	37,7	+2,4	106,8
11	Льговской селекстанции—партия 778	31,3	33,3	+2,0	106,4
12	Бийск — партия 768	33,7	35,8	+2,1	106.2
13	Ивановской селекстанции—марка 33—45	40,9	43,4	+2,5	106,1
14	Весело-Подолянской селекстанции мешанка № 1	43,2	45,3	+2,1	104,9
15	Рамонской селекстанции—партия 762	19,4	30,8	+1,4	104,8
16	Уладовской селекстации—партия 755	42,4	44,2	+1,8	104.2
17	Стандарт I пятилетки — партия № 2	41,3	42,4	+1,1	102,7
18	Ильинецкой селекстанции	30,7	30,1	—0,6	98,0
19	Стандарт II пятилетки — 359 Трубеч	41,1	40,2	—0,9	97,8
20	Рамонской селекстанции	41,2	39,3	—1,9	98,4
21	Ильинецкой селекстанции	39,3	36,2	—3,1	92,1
22	Ивановской селекстанции—марка 33—52	36,4	31,5	—4,9	86,6

Таблица 12

Влияние яровизации на процент сахара в свекле

№№ по порядку	Название сорта	Процент сахара		
		Неяровизированные	Яровизированные	+ —
1	Верхнячской селекстанции — ВЕП/32	16,2	17,9	+ 1,7
2	Бийск — партия 768	16,7	18,2	+ 1,5
3	Льговской селекстанции — партия 784	16,3	17,7	+ 1,4
4	Бийск — партия 766	19,1	20,2	+ 1,1
5	Немерчанской селекстанции — партия 722	16,6	17,7	+ 1,1
6	Первомайской селекстанции — мешанка № 1	17,8	18,8	+ 1,0
7	Б-Церковской селекстанции — партия 743	15,9	16,8	+ 0,9
8	Харьков — партия 739	15,1	15,7	+ 0,6
9	Стандарт I пятилетки — партия № 2	17,8	18,2	+ 0,4
10	Рамонской селекстанции — партия 762	16,8	17,2	+ 0,4
11	Уладовской селекстанции — партия 755	17,1	17,4	+ 0,3
12	Стандарт II пятилетки	17,0	17,2	+ 0,2
13	Верхнячской — ВМ 9 р/32	17,7	17,8	+ 0,1
14	Весело-Подолянской селекстанции — мешанка № 1	18,1	18,2	+ 0,1
15	Ильинецкой селекстанции	14,0	14,0	0,1
16	Весело-Подолянской селекстанции — мешанка № 2	18,1	18,0	— 0,0
17	Рамонской селекстанции — 760	17,0	16,7	— 0,3
18	Льговской селекстанции — 778	16,2	15,8	— 0,4
19	Ивановской селекстанции — 33 — 43	16,3	15,9	— 0,4
20	Рамонской селекстанции	23,0	22,1	— 0,9
21	Ильинецкой селекстанции	17,0	16,0	— 0,1
22	Ивановской селекстанции — марка 33 — 62	14,7	13,0	— 1,7

развивается на световой стадии, тем мощнее будет рост вегетативной массы. Ускоряя развитие стадии яровизации и задерживая развитие на световой стадии, мы получаем наиболее сильный рост растения.

Яровизация семян сахарной свеклы дает повышение урожая корней у большинства сортов, в среднем на 10—15%, при чем повышенная энергия роста на яровизированных посевах наблюдается с начальных периодов жизни растения (3—4 пара листьев).

Яровизированные посевы менее поражаются корнеедом, благодаря большей интенсивности роста растений.

Процент сахара при яровизации повышается, однако у некоторых сортов наблюдается незначительное снижение сахаристости.

Общий урожай сахара с га повышается в среднем на 15—20%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акад. Лысенко Т. Д. — Теоретические основы яровизации. 1935 г.
2. Акад. Лысенко Т. Д. и Презент И. И. — Селекция и теория стадийного развития растений. 1935 г.
3. Ефимова Н. И. — Опыты по яровизации махорки и табака. Сборник ВИМП'а „Физиологические исследования над махорочными растениями". Киев, 1934.
4. Косьмодемьяновский В. И.—Влияние фотопериодической стимуляции на табачное растение. Сборник ВИТП'а. Краснодар, 1934 г.
5. Селихов В. В.—К вопросу об управлении урожаем свеклы. Н. З. XXVI.
6. Дорошенко А.— Фотопериодизм некоторых культурных форм в связи с их географическим происхождением. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Т. XVII, вып. 1.
7. Щеглова О. — Влияние продолжительности дневного периода суток на рост и развитие растений. Известия Научного И-та им. Лесгафта, 1924, № 9.
8. Акад. Любименко В. Н. и Щеглова О. А. — Новые данные о фотопериодической индукции. Сборник „Экспер. ботаники". 1934 г.
9. Чепикова А. — Яровизация кормовых трав. Журнал „Семеноводство" № 6, 1935 г.
10. Синская Е. О. — О природе и условиях образования „корнеплодов". Ленинград, 1926 г.
11. Garner W. and Allardh. Further studies in Photoperiodism. The Responses the Plant to relative length of Day and Night. Jur. of Agric. Res. Vol. XXIII. № 11, 1923.

(Получена редакцией 11 октября 1935 г.).

1935 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 5—6
по сахарной промышленности (орган ВНИС'а)

Е. И. ХАРЕЧКО-САВИЦКАЯ

АУТОСТЕРИЛЬНОСТЬ И АУТОФЕРТИЛЬНОСТЬ у Beta vulgaris L

Явление самостерильности представляет собой характерное свойство перекрестно-опыляющихся растений. Среди массы самостерильных форм у всех перекрестно-опыляющихся растений в том или ином количестве встречаются самофертильные расы. Самостерильность и самофертильность— две противоположные стороны единого процесса размножения форм в пределах вида.

Характер размножения самостерильных и самофертильных форм и их взаимодействие в процессе совместного размножения в условиях свободного скрещивания популяций определяют в конечном итоге биологию размножения вида. Для ясного представления о биологии размножения данного вида необходимо установление факторов, обусловливающих самостерильность и самофертильность и выяснение закономерностей, определяющих характер размножения самофертильных и самостерильных растений. Правильное разрешение этих вопросов позволяет вскрыть основные процессы, определяющие характер размножения данного вида. Тот или иной способ размножения, обусловливающий определенные возможности сочетания генетических факторов, накладывает известный отпечаток на генетическое строение вида. Отсюда и методы селекции, преследующие создание сортов из определенных генетических компонентов, неразрывно связаны с биологией размножения данного вида. Целью настоящей работы является освещение вопроса о факторах, определяющих самостерильчость и самофертильность свеклы; вопросу-же о размножении вида B. vulgaris L. будет посвящена следующая статья.

Аутостерильность

Свекла относится к типичным перекрестно-опыляющимся растениям. Данные инцухта, приводимые многочисленными исследователями (Roemer, Kajanus, Shaw, Fruwirth, Munerati, Vilmorin, Паншин, Архимович, Steward, Down и Lavis) указывают, что большинство рас свеклы стерильны, завязывая при изоляции незначительное число клубочков. Частота самоопыления в условиях свободного цветения популяций, исследованная Hallquist, Munerati и Архимович, также чрезвычайно низка. Средняя аутофертильность отдельных популяций колеблется от одного до двух процентов. Исследования, проведенные в различных странах и на самых различных материалах, с несомненностью указывают, что аутостерильность свеклы обусловлена генетической структурой этого вида.

Невозможность прямой аутогамии свеклы установлена со времени Darwina и Rimpau. Аутостерильность свеклы объясняется явлением протерандрии. Цветок свеклы протерандричен: в то время, как пыльники освобождают пыльцу, лопасти рыльца еще мало развиты, направлены вверх и становятся восприимчивы только через два дня после раскрывания цветка, т. е. когда пыльники уже завяли и отвалились. Поэтому яйцеклетка не может оплодотвориться пыльцей того же цветка. Подобный взгляд о причинах аутостерильности сохраняется и до последнего времени (Fruwirth (1923), Halmar Nilsson (1924), Shaw (1916), E. Reed (1927).

Однако, как указывалось нами в предыдущих статьях (1929, 1930, 1931, 1934), протерандрии у свеклы не существует, поэтому она не может служить объяснением протекающих при аутогамии процессов.

Если бы протерандрия являлась препятствием к аутофертильности, то она не могла бы препятствовать гейтенокарпии, т. е. завязыванию семян при опылении пыльцей соседних цветов того же растения. Между тем процент завязывающихся семян при изоляции отдельных растений в большинстве случаев слишком низок для того, чтобы его можно было объяснить явлением протерандрии.

В 1933 г. Artschwager и Starrett высказывают предположение, что самостерильность обусловлена сильной дефективностью пыльцы, якобы свойственной свекле. Многие пыльцевые зерна, по мнению авторов, дегенерируют еще до растрескивания пыльников. Доказательства, приводимые Artschwager и Starrett в пользу их взглядов, заключаются в различной энергии роста пыльцевых трубок при проращивании пыльцы на искусственных средах. Некоторые пыльцевые зерна при этом либо совсем не прорастают, либо дают очень короткие пыльцевые трубки. В подтверждение высказываемого мнения, авторы ссылаются на картины разрезов пыльцевых зерен, приводимые Фаворским, где многие пыльцевые зерна оказываются сморщенными, пустыми, либо с узкими темно-окрашивающимися ядрами. Многие пыльцевые зерна, по словам Фаворского, либо равномерно окрашиваются в черный цвет, либо при более сильной диференциации равномерно обесцвечиваются. Базируясь на полученных им микроскопических картинах, Фаворский приходит к заключению, что у свеклы больше дегенерирующих пыльцевых зерен, чем нормальных. Однако, все эти доводы, приводимые в пользу резко выраженной у свеклы дефективности пыльцы, не очень убедительны. Различная энергия роста, проявляемая отдельными пыльцевыми трубками на искусственных средах, не может служить сильным аргументом для доказательства дефективности пыльцы.

Пыльцевым зернам, как и всем организмам, свойственна индивидуальная и генотипическая изменчивость. Различия в химическом состоянии или в способности реагировать на внешнюю среду, а также неравенство условий (не учитываемое нами), в которые попадут различные пыльцевые зерна, неизбежно повлекут за собой различия в энергии прорастания. Рост всех пыльцевых трубок не может быть одинаков ни в естественных условиях, ни тем более на искусственной среде.

Пыльцевые зерна всех видов чрезвычайно чувствительны к среде, на которой ведется проращивание; часто незначительные колебания доз, составляющих среду веществ или небольшие колебания влажности, вызывают огромную разницу в степени прорастания пыльцы. Как бы удачно ни была подобрана искусственная среда, все-же она не аналогична естественным условиям, в которых происходит прорастание пыльцевых зерен. На искусственной среде пыльцевые трубки никогда не достигают такой длины, как при прорастании на пестиках растений, где им часто приходится пройти большое расстояние для достижения семяпочки. Отсутствие прорастания или слабая энергия роста пыльцевых трубок на искусственных средах еще не гарантирует, что прорастание пыльцы будет протекать таким же образом и в естественных условиях; поэтому отставание в росте некоторых пыльцевых трубок не может являться доказательством их дефективности. Что же касается картин дегенерации пыльцы, приводимых Фаворским, то они скорее представляют собой артефакт, вызванный фиксацией или последующей обработкой, чем иллюстрацию действительной дегенерации пыльцы. Зрелые пыльцевые зерна свеклы представляют собой чрезвычайно трудный для цитологических исследований объект.

Далеко не всегда удается получить хорошие препараты зрелых пыльцевых зерен свеклы. Повидимому, обычные методы фиксации и обработки не применимы для осуществления этой задачи. Большое число сморщенных с вдавленной кожурой пыльцевых зерен, часто фигурирующих на рисунках и фотографиях различных авторов и действительно в изобилии встречающихся на препаратах, совершенно не соответствуют картинам, наблюдаемым при исследовании, непосредственно взятой с растения пыльцы. В то время,

как у ряда других культур с ярко выраженной стерильностью половых элементов (напр. картофель) среди высыпанной из пыльников на предметное стекло пыльцы, масса пыльцевых зерен при исследовании под микроскопом оказывается сморщенными с вдавленной кожурой, — пыльца свеклы обычно округлая, хорошо выполненная и сморщенные пыльцевые зерна встречаются, как редкое исключение.

При исследовании прорастающей на пестиках пыльцы, во всех случаях, когда расположение пыльцевых зерен позволяет их хорошо рассмотреть, зерна обычно оказываются проросшими, т. е. в естественных условиях прорастает огромное большинство пыльцевых зерен. Поэтому выводы Фаворского об огромном количестве дефективной пыльцы у свеклы вызывают большое сомнение. Дегенерация у свеклы бесспорно существует, ибо нет ни одного вида растений, среди которой не было бы рас с дефективной пыльцой. Подобные расы существуют и среди свеклы, но встречаются они очень редко и дегенерация пыльцы проявляется у них совершенно иначе, чем описано Фаворским.

Дегенерация пыльцевых зерен совершенно не харатерна для всего вида B. vulgaris L. в целом. Попытка Artschwager'a объяснить аутостерильность свеклы большим количество дефективной пыльцы мало убедительна. Даже при допущении, что у свеклы действительно довольно резко выражена дегенерация пыльцевых зерен и огромное большинство рас самостерильно, а следовательно обладает очень небольшим процентом нормальных пыльцевых зерен, мы становимся перед необъяснимым фактом: почему этой пыльцы достаточно для того чтобы произвести оплодотворения других растений в условиях свободного цветеия или при искусственной гибридизации отдельных рас (где перекрестная стерильность обнаруживается довольно редко) и недостаточно для оплодотворения семяпочек того же самого растения, целиком заключенного в изолятор, но основная принципиальная ошибка этого объяснения заключается в том, что оно сводит проблему аутостерильности вида к проблеме стерильности гамет. Явление же аутостерильности заключается именно в том, что совершенно нормальные половые элементы, способные оплодотворить большинство других растений или быть оплодотворенными ими (за исключением случаев несовместимости), оказываются неспособными к сочетанию в пределах одного индивидуума.

Отсутствие семян при изоляции свеклы вызывается явлением аутостерильности, а не стерильности гамет, поскольку растения, оказывающиеся совершенно стерильными в условиях изоляции, дают прекрасные результаты при скрещивании с другими формами, что не могло бы наблюдаться, если-бы большое количество половых элементов этих растений было бы дефективно.

Слабое завязывание семян при изоляции свеклы не может быть объяснено ни отсутствием аутогамии (Харечко-Савицкая—1929, 1930, 1934), ни явлением протерандрии, ни стерильностью пыльцы. Причину аутостерильности приходится искать в процессе оплодотворения. Пыльцевые зерна, попавшие в момент цветения на пестик, начинают прорастать через 15 минут. Для сравнения первых фаз прорастания пыльцы при само-и перекрестном опылении, цветы покрывались изоляторами и, спустя определенные промежутки времени, рыльца срезались, окрашивались Methylen-blau и под микроскопом определялся процент проросших пыльцевых зерен и длина пыльцевых трубок.

В течение первых 2—3 часов после опыления, количество проросшей в результате самоопыления пыльцы значительно меньше, чем пыльцы, перенесенной с других растений, т. е. в первые часы после опыления пыльца того-же растения прорастает менее интенсивно, чем чужая. В дальнейшем процентное соотношение проросших пыльцевых зерен почти уравнивается, но все-же при самоопылении пыльца прорастает в несколько меньшем количестве, чем при перекрестном опылении.

Таблица 1

Время просмотра	Процент проросших пыльцевых зерен при свободном цветении	Процент проросших пыльцевых зерен при самоопылении
Через 15 минут после раскрытия цветка . .	13	2
„ 30 „ „ „ . .	36	14
„ 1 час „ „ . .	44	22
„ 2 „ „ „ . .	59	41
„ 3 „ „ „ . .	66	63
„ 4 „ „ „ . .	81	72
„ 6 „ „ „ . .	94	81
„ 9 „ „ „ . .	96	83

Отдельные расы обнаруживают довольно сильное варьирование в отношении количества и темпа прорастания пыльцы при аутогамии. В то время, как у некоторых растений прорастание пыльцы начинается спустя 1 — $1^1/_2$ часа после самоопыления и количество проросшей пыльцы в течение первых часов значительно отстает от количества обычно прорастающей при перекрестном опылении пыльцы, у других, наоборот, процент проросших пыльцевых зерен и темп роста пыльцевых трубок на сосочках рыльца приближается к их активности при ксеногамии. Приводимые данные представляют собой средний процент из всех произведенных наблюдений. Несмотря на значительные колебания у отдельных рас в количестве прорастающей при аутогамии пыльцы, мы ни разу не встретились с формой (при обследовании сравнительно большого материала, принадлежащего различным селекционным станциям), пыльцевые зерна которой совершенно не прорастали-бы на пестиках того же растения или давали бы очень короткие пыльцевые трубки. Если при ауто-и ксеногамии не наблюдается, в общем, больших различии в количестве прорастающей пыльцы, то огромная разница наблюдается в темпе роста пыльцевых трубок.

Дальнейший темп роста пыльцевых трубок определялся по времени наступления оплодотворения.

При перекрестном опылении пыльцевые трубки достигают микропиле в течение первых суток: оплодотворение семяпочек наступает обычно в конце первых суток после распускания цветов. При самоопылении пыльцевые трубки растут на поверхности рыльца довольно интенсивно, но, попадая в ткань пестика, они замедляют рост. Возможно, что некоторые пыльцевые трубки совсем прекращают рост, другие же растут чрезвычайно медленно — не успевая в течение 8—9 дней пройти всю длину пестика и достигнуть семяпочки в течение того времени, пока зародышевый мешок сохраняет способность к оплодотворению. Наличие слабо аутофертильных рас и не вполне совместимых форм свёклы, семяпочки которых оплодотворяются лишь на 3, 4 и последующие дни после опыления (самоопыления в первом случае и перекрестного опыления во втором), указывает на то, что если некоторые пыльцевые трубки совсем прекращают рост в ткани пестика, то другие продолжают медленно расти и темп их роста регулируется степенью совместимости или аутофертильности данной расы. Но каковы бы ни были соотношения в длине пыльцевых трубок, растущих в ткани пестика — прекращают ли многие из них рост на том или ином протяжении своего пути, или же большинство из них обладает беспрерывным, черезвычайно медленным ростом (что, вероятно, варьирует у отдельных рас), практический результат остается одним и тем-же: большинство рас свеклы остается в результате самоопыления неоплодотворенными.

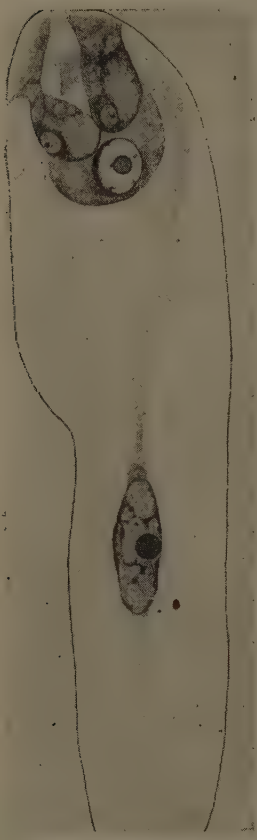
Исследование семяпочек после самоопыления производилось нами в течение нескольких лет. Результаты этих исследований представлены на следующей таблице:

Таблица 2

№№ по порядку	№ растения, происхождение	Количество исследованных семяпочек	Количество неоплодотворенных семяпочек	Количество оплодотворенных семяпочек	Процент оплодотворенных семяпочек
	Искусственное самоопыление				
1	№ 3 Белоцерковской селекстанции (1929)	60	58	2	3,3
2	№ 6 » » »	42	42	0	0
3	№ 10 » » »	98	93	5	5,1
4	№ 15 » » »	50	49	1	2,0
5	№ 21 » » »	61	50	11	18,0
6	№ 30 Верхнячской селекстанции (1929)	82	81	1	1,2
7	№ 32 » » »	63	63	0	0
8	№ 38 » » »	41	40	1	2,4
9	№ 39 » » »	38	38	0	0
10	№ 41 Янаш (1929)	54	53	1	1,8
11	№ 43 » »	45	44	1	2,2
12	№ 45 » »	30	30	0	0
13	№ 16 Ивановской селекстанции (1929)	52	51	1	1,9
14	№ 17 » » »	44	40	4	9,0
15	№ 18 » » »	49	47	2	2,0
16	№ 56 Верхнячской селекстанции (1929)	38	38	0	0
17	№ 57 » » »	53	53	0	0
18	№ 2 Уладовской селекстанции (1931)	64	63	1	1,5
19	№ 4 » » »	46	42	4	8,6
20	№ 10 Харьковской селекстанции (1931)	32	32	0	0
21	№ 15 » » »	63	60	3	4,7
22	№ 17 » » »	48	48	0	0
23	№ 22 Кальник (1932)	85	84	1	1,1
24	№ 24 » »	65	62	3	4,6
25	№ 31 Уладовской селекстанции (1932)	92	90	2	2,1
26	№ 35 » » »	45	45	0	0
27	№ 36 » » »	40	40	0	0
28	№ 15 Харьковской селекстанции (1933)	52	51	1	1,9
29	№ 16 » » »	35	34	1	2,8
	Изоляция ветвей				
30	№ 8 Белоцерковской селекстанции (1929)	120	118	2	1,6
31	№ 12 » » » »	98	98	0	0
32	№ 19 Янаш (1931)	56	56	1	1,7
33	№ 25 » » » »	110	108	2	1,8
34	№ 40 » » » (1932)	94	94	0	0
35	№ 42 » » » »	96	95	1	1,0
36	№ 22 Уладовской селекстанции (1933)	120	118	2	1,6
37	№ 24 » » »	105	103	2	1,9
38	№ 26 » » »	99	96	3	3,0
39	№ 2 Уладовской селекстанции (1934)	116	116	0	0
40	№ 5 » » »	120	119	1	0,8
41	№ 6 » » »	140	138	2	1,4
42	№ 7 » » »	95	95	0	0
43	№ 9 » » »	108	108	0	0
44	№ 21 Харьковской селекстанции (1934)	94	93	1	1,0
45	№ 25 » » »	103	95	8	7,7
46	№ 10 Янаш »	110	109	1	0,9
47	№ 11 Уладовской селекстанции (1935)	78	78	0	0
48	№ 12 » » »	82	75	7	8,5
49	№ 15 » » »	99	99	0	0
50	№ 17 » » »	113	111	2	1,7
51	№ 21 » » »	118	117	1	0,8
52	№ 24 » » »	112	107	5	4,4
		3953	3866	87	2,2

Часть исследуемых растений подвергалась искусственному самоопылению Самоопыление бутонов пыльцей того же цветка производилось по ут р за 1—2 часа до распускания цветка; в этой стадии развития бутонов пыльники уже разбухли и пыльца хорошо пылит. Все отцветшие цветы на

ветвях с самоопыленными бутонами обрезались (для предотвращения от попадания чужой пыльцы, бывшей на этих цветах) и ветви покрывались пергаментными изоляторами. Фиксация производилась через 2, 3 и 4 дня после опыления. У других растений изолировались целые ветви без предварительного самопыления. Изоляторами покрывались те ветви, на которых начинали распускаться цветы. Спустя 4, 6, 8, 10 и 12 дней ветви срезались и все распустившиеся в изоляторах с развернутыми лопастями рыльца цветы (т. е. цветы, с момента распускания которых прошло не менее 2 дней) подвергались фиксации. При исследовании зародышевых мешков устанавливалось наличие или отсутствие оплодотворения. Как видно из приведенной таблицы, огромное большинство семяпочек у всех растений оказалось неоплодотворенным. У некоторых растений не оплодотворена ни одна семяпочка, у большинства же оплодотворен лишь незначительный процент. Отдельные растения обнаруживают известные колебания по проценту самооплодотворения, но общая картина свидетельствует о том, что самостерильные растения свеклы практически несамооплодотворяются. Самоопыление и изоляция отдельных растений проводились в самую различную погоду, но заметного влияния метеорологических факторов на процесс самооплодотворения не обнаружено.



Фиг. 1. Неоплодотворенный зародышевый мешок через 3 дня после самоопыления.

Через 3—4 дня после самоопыления неоплодотворенные зародышевые мешки имеют такой же вид, как в кастрированных цветах, спустя 3—4 дня после цветения (фиг. 1). Синергиды не порваны, часто съежены, с волнистым контуром, вытянувшиеся, неправильной формы. Плазма синергид светлая, но не ячеистая, а стянута в более или менее крупные тяжики. Ядра с несколько потемневшей кариоплазмой (окрашенной в серый цвет) со значительно уменьшенными (по сравнению со стадией бутонов) ядрышками и иногда с хроматиновыми точками. Иными словами, синергиды обнаруживают характерные черты, свойственные им в первые дни после цвете-

Фиг. 2. Неоплодотворенный зародышевый мешок через 8 дней после самоопыления.

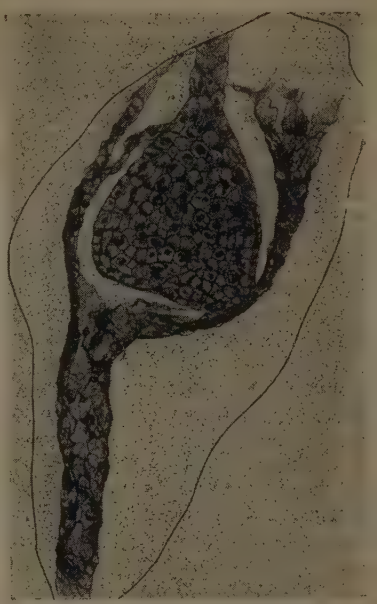
ния (при отсутствии оплодотворения). Яйцеклетка совершенно нормальная, с крупным ядром и слегка вакуолизированной плазмой. Зародышевый мешок образовал за антиподами халазальный вырост, достигающий, обычно, $^1/_2$ окружности семяпочки. Центральное ядро либо немного ниже антипод, либо значительно отодвинуто от них. На центральном ядре, обычно слабый рисунок из хроматиновых тяжей. При фиксации через более продолжительные сроки установить наличие или отсутствие оплодотворения значительно труднее. Неоплодотворенные зародышевые мешки в это время начинают деформироваться, и чем позднее произведена фиксация, тем труднее по картинам разрушающихся зародышевых мешков установить наличие оплодотворения. Через 7 — 8 дней после самоопыления в неоплодотворенных зародышевых мешках плазма синергид сильно стянута в тяжи, интенсивно окрашивается, отчего в местах скопления тяжей плазмы синергиды становлятся почти черными; в некоторых семяпочках синергиды начинают разрываться. Плазма яйцеклетки окрашивается интенсивнее, чем прежде, на ядре появляется резкий рисунок из хроматиновых тяжей, свидетельствующий о приближающемся разрушении ядра. Центральное ядро также усеяно хроматиновыми тяжами, уже выступающих в некоторых зародышевых мешках сквозь оболочку ядра (фиг. 2). Через 10 12 дней после самоопыления семяпочка сморщена с вдавленной кожурой, ткань nucellus'a разрушается. Зародышевый мешок сжат клетками nucellus'a микропилярная часть его либо совершенно пуста, либо содержит остатки яйцевого аппарата в виде небольшого темного комочка.

Медленный темп роста пыльцевых трубок при самоопылении и вызываемое им отсутствие оплодотворения представляют собой первую причину аутостерильности свеклы.

В тех случаях, когда пыльцевые трубки растут достаточно интенсивно и семяпочки оплодотворены, на сцену выступает второй фактор, обусловливающий аутостерильность. Этот фактор заключается в гибели вновь возникшей зиготы. Процесс дегенерации наступает в самых различных стадиях развития семени. Иногда зародышевый мешок погибает еще до развития зародыша. После оплодотворения образуется несколько ядер эндосперма, но яйцеклетка, не приступая к делению, начинает дегенерировать. Цитоплазма яйцеклетки интенсивно окрашивается гематоксилином, отчего она становится совершенно черной с едва различимыми контурами ядра и просвечивающим сквозь плазму ядрышком. Ядра эндосперма приобретают неправильную угловатую форму: они сморщены, съужены, усеяны комками и тяжами хроматина, свидетельствующими о разрушении ядер (фиг. 3). В других случаях зародыш развивается сперва нормально, но затем,на известной стадии, рост прекращается и наступает дегенерация. Развитие зародыша прекращается в стадии 30 — 50 — 100 клеток и в более позднем возрасте (фиг. 4). Иногда зародыш гибнет после перехода его

Фиг. 3. Дегенерация оплодотворенной яйцеклетки после образования двух ядер эндосперма

Фиг. 4. Дегенерация молодого зародыша



Фиг. 5. Дегенерация зародыша в стадии серцевидной формы

в стадию сердцевидной формы (фиг. 5). В некоторых семяпочках зародыш дегенерирует после образования семядолей. Семядоли искривлены, плохо развиты и весь зародыш состоит лишь из остова клеточных, перегородок. Клетки совершенно пусты; клеточные оболочки во многих местах побурели и начинают разрушаться. Ткань эндосперма состоит из пустых разрушающихся клеток (фиг. 6). Одновременное с гибелью зародышей дегенерирует и вся семяпочка. Халазальная часть зародышевого мешка обычно сжата. Ткань разрушается. Вся семяпочка искривлена, сморщена, с вдавленной кожурой. Всхожесть полученных от инцухта семян, обычно, довольно низка. Это понижение всхожести обусловливается дегенерацией зародыша. Часть развившихся при инцухте клубочков в действительности стерильны и совершенно лишены семени. Низкая всхожесть семян при самоопылении свеклы отмечается рядом исследователей. Briem в 1905 г. пространственно изолировал в саду селекционной станции Wohanka высадок свеклы. До поздней осени куст сохранял зеленые клубочки, что автор объясняет влиянием удобрений. Большинство собранных с растения семян были мелки и плохо выполнены.

Фиг. 6. Дегенерация зародыша после образования семядолей

Хорошо выполненных клубочков оказалось лишь 130 г, в то время как высадок такого же развития в условиях свободного цветения дает от 300—400 г семян. Средний вес 100 клубочков, взятых из хорошо развитых (130 г) семян = 2,75 г. Всхожесть этих клубочков оказалась различной.

36 клубочков	не дали всходов		
43 „	дали по 1 ростку	=	43
17 „	„ по 2 „		34
4 „	„ по 3 „		12
100 клубочков	дали ростков		89

Briem объясняет плохую всхожесть некоторых клубочков тем, что в условиях изоляции растение опыляется значительно хуже, чем при цветении в массиве высадков.

Munerati (1920) указывает, что клубочки, полученные от самоопыления, обычно легки и плохо выполнены, что объясняется неблагоприятными условиями изоляции. Изоляция понижает всхожесть и энергию роста молодых растений; однако, одни формы дают при самоопылении нормальный процент всхожести, в то время, как у других всхожесть = 0. Причины низкой всхожести семян, полученных от самоопыления, говорит автор, не совсем ясны.

Down E. и Lavis C. (1930) сообщают о всхожести семян, полученных от пространственной изоляции высадок на Мичиганской опытной станции. Все изолированные растения были сгруппированы по количеству завязавшихся семян.

Растения, давшие	до 5 г	клубочков	на куст,	имели всхожесть	от 0 — 75%
„ „	от 5 — 10 г	„	„ „	„ „	„ 1,5 — 75 „
„ „	от 10 — 50 г	„	„ „	„ „	„ 1,5 — 78 „
„ „	от 50 — 100 г	„	„ „	„ „	„ 0 — 50 „
„ „	больше 100 г	„	„ „	„ „	„ 6 — 75 „

Таким образом, между количеством завязавшихся на растении семян и процентом их всхожести не наблюдается прямой зависимости. Из 269 растений, завязавших то или иное количество семян, у 166 растений всхожесть семян была ниже 5%, а 72 растения дали совершенно не всхожие семена. Из всех взошедших семян потомство 20 растений оказалось гибридным. Авторы отмечают, что нормально развитые на вид клубочки оказались не всхожими, что объясняется их партенокарпическим развитием. Произведенное нами исследование обширного материала указывает, что низкая всхожесть семян при инцухте обусловлена дегенерацией зиготы, а не партенокарпическим развитием клубочков. Развития клубочков при неоплодотворенных семяпочках мы ни разу не наблюдали, но в тех случаях когда оплодотворена хотя бы одна семяпочка в клубочке и началось развитие семени, клубочек развивается, несмотря на дальнейшую дегенерацию семени. Степень же развития клубочка (величина, выполненность, вес) находится в непосредственной зависимости от числа оплодотворенных семяпочек и характера развития семян.

Точно также длительное несозревание клубочков, отмеченное Briem, объясняется не влиянием удобрений, а исключительно явлением стерильности. Растения, многие семяпочки которых по тем или иным причинам остаются неоплодотворенными, как при изоляции, так и в условиях свободного цветения, до глубокой осени сохраняют зеленые клубочки, при чем многие из них покрываются плесенью. Таким образом, аутостерильность B. vulgaris L. обусловливается медленным темпом роста пыльцевых трубок при аутогамии и дегенерацией семени.

Если первая причина аутостерильности свеклы — медленный темп роста пыльцевых трубок, объясняется отсутствием взаимодействия между спорофитом и гаметофитом растения, то второй фактор — дегенерация зародыша вызывается, очевидно, недостаточной совместимостью двух гамет, развившихся на одной и той же особи. Гибель зародыша является наиболее ранним проявлением процесса дегенерации, часто разыгрывающегося при инцухте перекрестно-опыляющихся видов. Вероятно, основную роль здесь играют факторы, которые, переходя под влиянием самоопыливания в гомозиготное состояние, оказывают летальное действие на развивающееся растение.

Проблема аутостерильности, обусловливающая основное свойство вида B. vulgaris L.— характер его размножения — не разрешена была до сих пор, главным образом, благодаря принятой методике исследования. До недавнего времени процесс цветения и роль отдельных элементов цветка изучались исключительно методом морфологических наблюдений. С 1925 г. началось более детальное исследование: изучение процессов эмбрионального развития и оплодотворения цитологическим методом. Однако, применение более тонких методов исследования, позволяющих до известной степени вскрыть внутреннюю сущность явлений, все же не изменило во многих случаях основного методологического направления прежних исследований. Место макроморфологии очень часто занимает микроморфология. Основное задание всех проводимых исследований в области процесса цветения, эмбрионального развития и оплодотворения заключается в установлении закономерностей, определяющих характер размножения. Познание основных процессов, определяющих характер размножения в условиях свободного цветения популяций и при самоопылении, необходимо для практической селекционной работы в целях управления и регулирования процессом плодоношения. Однако, разрешение проблемы аутостерильности и биологии размножения свеклы не может быть осуществлено исключительно морфологическим методом. Морфологический метод является лишь одним из необходимых элементов исследования, для познания же динамики развития всего процесса необходимо установление также внутренней сущности и соотношения отдельных элементов, слагающих этот процесс. К сожалению, исследование проблемы плодоношения не производилось обычно под углом зрения динамики развития всего процесса и познания его внутренних закономерностей. Исследования часто сводятся к констатации отдельных фактов, к форме проявления тех или иных явлений, не учитывая их функциональной зависимости друг от друга. Неправильное толкование многих явлений, случайные выводы обусловлены очень часто тем, что отдельные элементы этого процесса рассматривались и изучались оторванно, вне связи друг с другом и со всем процессом в целом. Даже теперь, когда вскрыты основные закономерности, управляющие процессом размножения, когда установлены взаимоотношения между отдельными элементами этого процесса, некоторые авторы все же пытаются возвратиться на прежние позиции. Типичным представителем этого направления является П. Оксиюк. Сопоставляя отдельные, оторванно взятые от всего процесса, моменты эмбрионального развития и оплодотворения, Оксиюк видит разногласие там, где его фактически не существует. Автор отрицает возможность объяснения причин аутостерильности свеклы замедленным темпом роста пыльцевых трубок на том основании, что, по нашим же данным, яйцеклетка сохраняет способность к оплодотворению в течение 8 — 9 дней после цветения, а оплодотворение при перекрестном опылении наблюдается через 19 — 24 часа после раскрывания цветка. Отсюда автор делает вывод, что пыльцевая трубка при самоопылении вряд-ли может не дорасти до яйцеклетки за такой длительный период времени. Однако, период жизнеспособности яйцеклетки, являясь одним из элементов процесса плодоношения, определяется исключительно внутренними свойствами организма, обусловливающими в определенных условиях среды характер раз-

вития и жизнедеятельности отдельных органов и не имеет никакого отношения к темпу роста пыльцевых трубок. Рост пыльцевых трубок определяется наличием специфической реакции между пыльцевым зерном и тканью пестика; функционирование пыльцевых трубок будет различным в различных условиях (в данном случае при само-и перекрестном опылении). Если пыльцевая трубка не обладает достаточной функциональностью в определенных условиях роста, то оплодотворение не может осуществиться, как бы ни был длителен период активности яйцеклетки. Поэтому ни период активности яйцеклетки, ни время наступления оплодотворения при перекрестном опылении (где рост пыльцевых трубок протекает в иных условиях) никоим образом не могут характеризовать процессов, протекающих при аутогамии. Непонимание специфичности функционирования отдельных органов в различных условиях и чисто формальное сопоставление отдельных процессов, не имеющих непосредственно внутренней причинной зависимости друг с другом, приводят не к выяснению внутренних взаимоотношений отдельных процессов, а к нивеллировке их специфичности и невозможности правильного разрешения вопроса.

Второе возражение Оксиюка против приводимого нами объяснения причин аутостерильности заключается в невозможности, по мнению автора, установления темпа роста пыльцевых трубок, поскольку проследить на препаратах пыльцевые трубки в канале пестика фактически невозможно. Однако следует отметить, что проследить пыльцевые трубки в канале пестика технически трудно, но вполне возможно. Для определения же темпа роста пыльцевых трубок совсем необязательно наблюдать рост пыльцевых трубок в канале пестика. В первые часы после опыления темп роста пыльцевых трубок может быть определен только по длине, достигаемой трубками за определенный промежуток времени на сосочках рыльца. Но окончательное точное установление темпа роста пыльцевых трубок у отдельных рас может быть произведено по времени наступления оплодотворения, т. е. определения периода времени, необходимого пыльцевым трубкам для достижения зародышевых мешков и осуществления оплодотворения. Функционирование пыльцевых трубок определяется их способностью достигать до зародышевых мешков Поэтому о степени функциональности пыльцевых трубок с равным успехом можно судить по быстроте их роста в той или иной части пестика и по конечному результату их деятельности, что и было указано нами в предыдущих статьях. Определение темпа роста пыльцевой трубки на протяжении ее пути не дает указаний — произойдет ли оплодотворение и когда оно осуществится, т. е. в конечном счете не дает характеристики расы в отношении ее способности к самооплодотворению. Специфической же особенностью аутостерильных рас, отличающей их от аутофертильных, является неспособность к самооплодотворению, вследствие недостаточной функциональности пыльцевых трубок, также как степень аутофертильности расы в значительной степени определяется количеством самооплодотворенных семяпочек. Определение темпа роста пыльцевых трубок по времени наступления оплодотворения дает указание на быстроту роста пыльцевых трубок и в то же время характеризует расу в отношении ее способности к самооплодотворению.

Удивление, выражаемое Оксиюком по поводу произведенного нами определения темпа роста пыльцевых трубок, вызвано исключительно его слабой осведомленностью в разбираемом нами вопросе. В то время, как у целого ряда культур, начиная с 1905 г., установлено, что причина аутостерильности и несовместимости заключается в замедленном росте пыльцевых трубок и что препятствием к самооплодотворению является не реакция самих гамет, а отсутствие необходимой реакции между сомой материнского растения (пестик) и пыльцевым зерном у растений и между спермой и кортикальным слоем яйца у животных и уже разработана генетическая структура несовместимости, открытие тех-же явлений, определяющих аутостерильность свеклы, вызывает в 1933 г. удивление Оксиюка.

Следует задать Оксиюку вопрос, — что-же, проблема аутостерильности, а вместе с ней и весь комплекс вопросов, связанных с биологией размножения вида, имеющих актуальное значение в селекции, должны остаться у свеклы неразрешенными лишь потому, что невозможно проследить на препаратах пыльцевую трубку в канале пестика? Правильное разрешение проблемы аутостерильности имеет большое значение как для выяснения биологии размножения вида, а в связи с этим построения методики селекции, так и в области отыскания и создания аутофертильных рас, где методы селекционной работы должны быть различны в зависимости от того, вызывается ли аутостерильность явлением протерандрии или недостаточной функциональностью пыльцы при аутогамии.

Применение иллюстрированных выше методов, к которым прибегают некоторые исследователи и которые довольно характерны для всей истории изучения процесса плодоношения свеклы, методов, сводящих явления лишь к определенной форме, не учитывающих их внутренней сущности, динамики развития и взаимосвязи с другими элементами того-же процесса, приводит лишь в тупик и тормозит прогресс селекции.

Причины аутостерильности свеклы, таким образом, аналогичны причинам, обусловливающим те-же явления у других перекрестно-опыляющихся растений. Согласно литературным данным, пыльцевые зерна при самоопылении в некоторых случаях вовсе не прорастают (Stout у Brassica Pekinensis, Lilium и Hemerocallis), в большинстве же случаев пыльцевые трубки проникают в ткани пестика лишь на незначительное расстояние и не производят оплодотворения.

L. Knigth (1917) сравнивал темп роста пыльцевых трубок при само- и перекрестном опылении у яблонь. Развитие пыльцевых трубок наблюдалось на препаратах, зафиксированных через определенные промежутки времени. Через 24 часа после гибридизации Rome Beauty × Jonathan пыльцевые трубки проросли на рыльце и пыльцевые зерна опустели. Через 24 часа после самоопыления R. Beauty многие пыльцевые зерна не проросли, а у проросших содержимое пыльцевых трубок плазмолизировано. Через 48 часов R. B. × Jonathan пыльцевые трубки прошли всю длину рыльца и ядра продвинулись к концу трубок. Через 91 час после самоопыления R. B. пыльцевые трубки еще в пути и ядра оттянуты в сторону, противоположную концу. Через 120 часов после самоопыления R. B. трубка достигает основания пестика, но в это время начинается дегенерация яйцеклетки и оплодотворение невозможно. Таким образом, при самоопылении темп роста пыльцевых трубок настолько слаб, что они не успевают достичь яйцеклетки в течение того периода, пока она сохраняет способность к оплодотворению.

E. East и B. Park (1918) исследовали прорастание пыльцы при само- и перекрестном опылении Nicotiana alata, N. forgetiana и N. angustifolia. Пыльцевые зерна, по наблюдениям авторов, прорастают одинаково хорошо на своих и на чужих растениях. Рост пыльцевых трубок при самоопылении протекает нормально, но темп роста замедлен и пыльцевые трубки не успевают достичь яйцеклетки до увядания цветка. При самоопылении на 14 день после цветения пыльцевая трубка прошла только половину пути; при скрещивании пыльцевые трубки начинают расти в то-же время, но оплодотворение наступает между 3 — 5 днем.

У клевера при перекрестном опылении пыльцевые трубки всегда прорастают всю длину пестика. Из 40 исследованных самоопыленных цветов только в одном пестике 3 трубки достигли основания, во всех же остальных случаях длина трубок не превышала 1 мм (C. Moore — 1917). Такие же явления описывает C. Moore у Tradescantia. Пыльцевые трубки в самоопыленных цветах этого растения не достигают основания столбика. Наиболее длинная трубка = 0,5 мм, в то время как средняя длина пестика = 5,0 мм. Более детально рост пыльцевых трубок прослежен у Tradescantia — Andersen и Sax (1934). Пестики само-и перекрестно-опы-

ленных цветов одного и того же растения окрашивались ацето-кармином и исследовались под микроскопом. Прорастание пыльцы как при самоопылении, так и при скрещивании начинается вскоре после опыления. При гибридизации пыльцевые трубки достигают основания столбика через 4—5 часов и ядра переходят из пыльцевого зерна в пыльцевую трубку спустя 40 минут после начала прорастания. При самоопылении наибольшая длина пыльцевой трубки 150 μ и ядра покидают пыльцевое зерно лишь через 24 часа. Так как длина столбика Tradescantia составляет 6—7 мм, то скорость роста пыльцевых трубок при совместимых скрещиваниях=25 μ, а при несовместимых 0,5 μ в минуту. Asami (1926) наблюдал у японского сорта груши Chojuro при самоопылении столь же интенсивный темп роста пыльцевых трубок в тканях пестика, как и при перекрестном опылении, но дойдя до основания пестика пыльцевые трубочки внезапно прекращали рост. Автор объясняет внезапное прекращение роста пыльцевых трубок выделением семяночками особых веществ, задерживающих рост пыльцевых трубок. У слив и вишень самостерильность объясняется тем, что пыльцевые трубки при самоопылении никогда не достигают зародышевых мешков. У самостерильных вариететов собственная пыльца хорошо прорастает на поверхности рыльца, но во внутренних тканях пестика рост трубок вскоре прекращается; при самоопылении ни разу не удалось обнаружить пыльцевые трубки в нижней части столбика (M. Crane и Lawrence).

Замедленный темп роста пыльцевых трубок при самоопылении по сравнению с энергией их роста при перекрестном опылении установлен многими и сследователями для целого ряда культур (Jost—1905-1907 г. у Secale cereale, Coridalis cava и Lilium búlbiferum; Martin—1913 и Silow—1931 у красного клевера; Osterwalder—1910 и Sansome—1932 г. у яблонь и др.), но физиологическая сторона этого процесса в настоящее время не ясна. Таким образом, причиной самостерильности у растений является не несовместимость гамет, а отсутствие необходимой реакции между сомой материнского растения (рыльце) и пыльцевым зерном, также как у животных соматические покровные яйца препятствуют проникновению спермы в яйцо (Morgan—1923).

Возможно, что в некоторых случаях самостерильность обусловлена непрорастанием пыльцы (Stout) или невозможностью слияния половых элементов (Plough—1933 у асцидии Styela partita), тем не менее эти случаи представляют собой единичные явления по сравнению с многочисленными фактами, устанавливающими тесную связь явлений несовместимости с недостаточным темпом роста пыльцевых трубок. Избирательная роль в процессе оплодотворения принадлежит соматическим тканям материнского растения, стимулирующих рост одних пыльцевых трубок и задерживающих другие. Доказательство этому мы находим в многочисленных генетических и цитологических исследованиях самостерильных растений.

Второй фактор, объясняющий самостерильность свеклы — дегенерация зигот — присущ и другим перекрестно-опыляющимся растениям, хотя ему не придают до сих пор столь большого значения, как первому. У кукурузы Mangelsdorf (1928) описывает остановку в развитии на ранних стадиях зародыша и эндосперма в результате действия летальных факторов, переходящих под влиянием самоопыления в гомозиготное состояние. Mangelsdorf (1926) обнаружил у кукурузы 18 рецессивных факторов, вызывающих в гомозиготном состоянии ненормальное развитие и разрушение зародыша и эндосперма. Heribert-Nilsson (1916) наблюдал у ржи сильное понижение всхожести семян и уменьшение жизнеспособности после изоляции в течение нескольких поколений. Даже пространственная изоляция и гибридизация между растениями, полученными в результате самоопыления, не могли устранить вредное влияние аутогамии. Семена после изоляции I_2 были плохо выполнены, всхожесть=80%. После изоляции I_3 зерна еще более щуплы, всхожесть колеблется от 40 до 30%. Зерна, полученные от изоляции I_4, совсем щуплы, сморщены и покрыты грибами; из 4 семян не проросло ни одно.

Crane и Lawrence (1929) указывают на низкую всхожесть семян, полученных от самоопыления яблонь. То же явление у яблонь отмечают Костина (1928) и Stout (1925).

Правда, у других растений, как, например, у Nicotiana, мы не встречаем указаний на то, что снижение плодовитости при самоопылении связано с дегенерацией семени. Явления самостерильности и самофертильности у Nicotiana, согласно литературным данным, регулируются исключительно темпом роста пыльцевых трубок. Возможно, что дегенерация семени при самоопылении не свойствена видам Nicotiana, либо слабо выражена и трудно поддается учету, благодаря наличию большого числа семян в капсулях, развивающихся и в тех случаях, когда известное количество семян не достигает окончательного развития. Все-же мы считаем, что случаи гибели зародыша и дегенерация семени при инцухте, в той или иной мере, должны наблюдаться у большинства перекрестно-опыляющихся растений, при чем степень выражения этих явлений определяется биологией размножения и генотопической структурой данного вида. Виды, приспособившиеся в течение своего эволюционного развития к постоянному перекрестному опылению, должны обладать большим числом факторов, оказывающих летальное и полулетальное действие при переходе в гомозиготное состояние. Влияние этих факторов скажется еще в период эмбрионального развития зиготы, вызывая явления дегенерации семени. Наоборот, у видов, где наряду с перекрестным опылением в широких размерах осуществляется и самооплодотворение, меньше шансов ожидать большого количества летальных ген, и развитие семени при их изоляции будет протекать сравнительно нормально.

Аутофертильность

Несмотря на то, что вид B. vulgaris L. в массе аутостерилен, среди него встречаются отдельные формы в той или иной степени аутофертильные. Аутофертильные формы свеклы выделены в настоящее время на многих селекционных станциях Главсахара.

Потомства этих аутофертильных рас были присланы, по предложению Б.Н. Лебединского, в цитологическую лабораторию ВНИС'а для сравнительного изучения степени их фертильности эмбриологическим методом. Метод эмбриологического анализа аутофертильности заключался в исследовании процесса оплодотворения и определения склонности к самооплодотворению аутофертильных рас.

Параллельно у всех форм изучалось также оплодотворение при свободном цветении. На каждом исследуемом растении проводилось 3 серии опытов:

1. Искусственное самоопыление и изоляция зрелых закрытых бутонов в момент начала их распускания с последующей фиксацией через 24 часа, 48 часов и 72 часа после опыления.

2. Одновременная отметка на тех-же растениях начинающих распускаться бутонов и предоставление их свободному цветению и опылению в естественных условиях. Фиксация производилась через 24 часа, 48 часов и 72 часа после отметки.

3. Для выяснения вопроса, не играют ли роли в образовании семян при инцухте явления партеногенеза, на каждом иследуемом растении производилась кастрация и изоляция зрелых бутонов приблизительно за сутки до цветения, с последующей фиксацией через 48 часов, 72 часа и 96 часов после кастрации.

Самоопыление, отметка цветка и кастрация производились всегда для каждого растения одновременно в утренние часы в момент массового цветения свеклы. Таким образом, условия постановки опыта позволяли всюду соблюсти как аналогичность фаз развития бутонов, так и однородное влияние внешней среды на все серии опыта. Зафиксированные и обрабо-

танные семяпочки подвергались цитологическому исследованию. Для каждого растения устанавливалось наличие или отсутствие оплодотворения и время его наступления при самоопылении и свободном цветении. Успешность само- и перекрестного опыления каждой расы определялась по проценту оплодотворенных в течение трех суток семяпочек.

Начатое нами исследование аутофертильных рас было продолжено затем в лаборатории цитологии Н. Зайковской.

Аутофертильные расы не отличаются от аутостерильных ни характером цветения и опыления, ни временем созревания и периодом функционирования пестиков и половых элементов. Отличие аутофертильных рас от стерильных заключается лишь в отсутствии факторов, вызывающих стерильность.

При самоопылении аутофертильных рас темп роста пыльцевых трубок достаточно интенсивен; трубки достигают микропиле и проникают в зародышевые мешки в первые дни после опыления. Быстрый рост пыльцевых трубок обусловливает возможность оплодотворения собственной пыльцой растения.

Завязывание семян при изоляции вызывается процессом самооплодотворения, партеногенетическое развитие зародышей ни разу не наблюдалось.

Материал всех станций оказался довольно пестрым в отношении способности к самооплодотворению. Из всех исследованых рас (38) только 10 или 26% могут быть отнесены к высокоаутофертильным; процент самооплодотворения их колеблется от 80 — 100%, из них 6 самооплодотворились на 100%. Все остальные формы распределяются, приблизительно, в равном числе на 2 класса: класс среднеаутофертильных растений (13) или 34%, с процентом самооплодотворения от 40 до 80% и класс слабоаутофертильных (14) или 37%, самооплодотворяющихся от 10 до 40%. Одно растение оказалось совершенно аутостерильным: процент самооплодотворения=0. Средний процент самооплодотворения для рас отдельных станций варьирует следующим образом:

Ивановская станция	77,5
Мироновская „	71,7
Ресело-Подолянская станция	70,0
Бело-Церковская „	54,5
Верхнячская „	49,7

Аутофертильные расы сортоводных станций, несмотря на то, что они представляют собой крайне незначительный процент отбора из общей массы стерильных популяций свеклы и не являются непосредственным продуктом отбора, а потомством нескольких инцухтированних генераций аутофертильных рас — все-же в основной массе средне- или слабо фертильны. Высоко-аутофертильные формы и среди этого материала составляют лишь незначительный процент. Таким образом, инцухт метод оперирует в настоящее время, главным образом, не с высоко-аутофертильными расами свеклы: средний процент самооплодотворения для материала всех станций составляет всего 36,4%. Другой чрезвычайно важный момент, характеризующий исследованные формы—это отсутствие константности. Среди линий, полученных от самоопыления аутофертильных рас, не достигнута гомозиготность в отношении аутофертильности: все расы гетерозиготны и расщепляются по проценту самооплодотворения.

Многие аутофертильные расы свеклы и при свободном цветении не оплодотворяются на 100%. Часть семяпочек у некоторых растений остается неоплодотворенными. Средний процент оплодотворения для всего исследованного материала достигает при свободном цветении 95. При са-

моопылении этих рас количество оплодотворенных семяпочек резко снижается. Средний процент самооплодотворения всех форм=59. Успешность оплодотворения как при свободном цветении, так и при самоопылении тесно ассоциирована с темпом роста пыльцевых трубок. Чем ниже у данной расы процент оплодотворенных семяпочек, тем медленнее растут пыльцевые трубки и тем позже наступает оплодотворение и развитие зародыша. Особенно резко проявляется эта зависимость при самоопылении.

Критерием для суждения о быстроте роста пыльцевых трубок при исследовании аутофертильных рас Н. Зайковской был принят день первого деления оплодотворенной яйцеклетки и образование 2 клеток подвеска. Переведя приводимые автором данные в проценты, получим следующую картину:

Таолица 3

Образование двух клеток подвеска	Процент оплодотворения при свободном цветении		Процент оплодотворения при самоопылении		
	100	70—90	80—100	40—80	10—40
В течение 1 суток . . .	55,2	0	41,7	7,7	0
В течение 2 суток . . .	34,5	57,1	50,0	84,6	15,3
В течение 3 суток . . .	10,3	42,9	8,3	0	38,5
Подвесок не развивается в течение 3 суток . .	—	—	—	7,7	46,2

При свободном цветении растений, оплодотворяющихся на 100%, пыльцевые трубки достигают микропиле, в большинстве случаев в первый же день после цветения. В течение первых суток не только наступает оплодотворение, но начинается и развитие зародыша. Немного больше, чем у половины растений подвесок развивается на первый день, у 34%—на второй и незначительная часть приступает к делению яйцеклетки лишь на третий день после цветения. При падении процента оплодотворения до 70—90%, темп роста пыльцевых трубок замедляется и развитие подвеска наблюдается на 2 и 3 день приблизительно у одинакового числа рас. При самоопылении высокоаутофертильных форм, половина растений оплодотворяется на 2 день, немного меньше половины — на первый и незначительный процент—на третий день после опыления.

Средеаутофертильные расы почти не оплодотворяются в течение первого дня, у большинства этих форм оплодотворение и развитие зародыша наступает на второй день. У слабоаутофертильных рас рост пыльцевых трубок настолько замедлен, что в первый день они вовсе не достигают микропиле, на второй день оплодотворяется лишь незначительное число растений, 38% растений оплодотворяется только на третий день и около $^1/_2$ всех форм этой группы не успевают в течение первых трех дней приступить к образованию подвеска. Таким образом, параллельно с понижением степени фертильности падает и энергия роста пыльцевых трубок.

Закономерность в соотношении процента оплодотворения с быстротой роста пыльцевых трубок носит чисто статистический характер и отдельные расы при одинаковом проценте оплодотворения обладают иногда различным темпом роста пыльцевых трубок. Тем не менее приведенные данные с несомненностью указывают на общую тенденцию падения фертильности при замедленном росте пыльцевых трубок. Сравнивая высокоаутофертильные формы при самоопылении и при свободном цветении, нетрудно заметить, что при опылении собственной пыльцой темп роста пыльцевых трубок даже у этой группы форм несколько ниже, чем при перекрестном опылении. Оптимум наступления оплодотворения и развития зародыша при самоопылении перемещается для всей группы высокоаутофертильных рас по сравнению со свободным цветением с первого дня на

второй. Если из группы высокоаутофертильных форм выделить лишь расы, оплодотворяющиеся на 100%, и проследить у них темп роста пыльцевых трубок, то окажется, что колебания в энергии роста трубок достаточно велики и у этих рас.

Таблица 4

№ по порядку	Происхождение	Процент самооплодотворения	Свободное цветение: образование двух клеток подвеска в течение (суток)			Самоопыление: образование двух клеток подвеска в течение (суток)		
			1	2	3	1	2	3
1	Ивановская станция, потомство расы 111	100	+				+	
2	„ „	100		+			+	
3	„ „	100					+	
4	„ „	100		+			+	
5	Верхнячская станция, $C\frac{9}{21}\ \frac{b}{23}\ \frac{p}{25}\ \frac{p}{29}$	100	+			+		
6	$C\frac{9}{21}\ \frac{b}{23}\ \frac{p}{25}\ \frac{p}{29}$	100			+			+

Из 6 рас только 1 самооплодотворилась в течение первых суток, 4— в течение вторых и одна—на третьи сутки. Таким образом, при одинаковом проценте самооплодотворения, эти расы не идентичны по энергии роста пыльцевых трубок. Все-же, в большинстве случаев, темп роста пыльцевых трубок при самоопылении этих норм не отстает от темпа роста трубок при перекрестном опылении. Исключение составляет только одна раса, оплодотворяющаяся при свободном цветении на первый день, а при самоопылении — на второй.

Таким образом, среди высокоаутофертильных рас свеклы существуют формы, обладающие одинаковой энергией роста пыльцевых трубок как при аутогамии, так и при ксеногамии.

Высокоаутофертильные расы свеклы характиризуются быстрым темпом роста пыльцевых трубок при самоопылении, приближающимся и иногда не уступающим энергии роста трубок при перекрестном опылении. У средне-аутофертильных рас темп роста пыльцевых трубок слабее, чем у высокофертильных. Наконец, слабоаутофертильные расы по энергии роста пыльцевых трубок приближаются к аутостерильным формам. В общем, можно сказать, что вся группа полуфертильных рас обладает при самоопылении промежуточным темпом роста пыльцевых трубок между высокоаутофертильными и аутостерильными расами свеклы.

Итак, аутофертильные расы при самоопылении обладают достаточно быстрым ростом пыльцевых трубок для того, чтобы произошло оплодотворение, т. е. у них отсутствует один из факторов, вызывающих аутостерильность. Однако, наличие самооплодотворения и даже высокий процент самооплодотворенных семяпочек еще не гарантирует аутофертильности. Для осуществления нормального плодоношения, аутофертильные расы, помимо склонности к самооплодотворению, должны обладать также способностью к нормальному развитию семени. Большинство аутофертильных рас завязало при изоляции то или иное количество семян. Только 4 расы, несмотря на известный процент самооплодотворения, совершенно не дали семян. Эти расы самооплодотворились на 10%, 11,1%, 16,6% и 53,3%. Степень самооплодотворения не связана, очевидно, со способностью к нормальному развитию семени. Эти данные и явления, наблюдаемые при

исследовании аутостерильных рас, указывают, что быстрый темп роста пыльцевых трубок и нормальное развитие семени не всегда сопровождают друг друга.

Явление аутофертильности включает два момента: наличие самооплодотворения и нормальное развитие семени; высоко-аутофертильные расы должны в полной мере обладать обоими факторами, обусловливающими фертильность. Класс средне и слабоаутофертильных рас может обладать самым различным сочетанием обоих признаков. Незначительный процент самооплодотворения часто не дает проявиться потенциональным возможностям расы в отношении нормального развития семени, с другой стороны, высокий процент самооплодотворения может нивеллироваться генотипической неспособностью расы переносить самооплодотворение. Истинная характеристика аутофертильности расы может быть дана лишь при дифференцировании обоих признаков — учете процента самооплодотворения и сравнении его с точно определенным процентом завязывания семян.

Оба фактора, определяющие аутофертильность, неравноценны ни по своей генетической природе, ни по значению для отбора и созданию высокоаутофертильных рас. Темп роста пыльцевых трубок, предопределяющий возможность оплодотворения, обусловлен, как известно, в настоящее время у целого ряда культур, специализированными в этом отношении генами. Нормальное развитие семени также контролируется особыми генетическими факторами (Jones—1920, Mangelsdorf — 1926, 1928 у кукурузы), но даже при наличии таковых — развитие семени в гораздо большей мере определяется всем генотипом растения, и развитие семени можно рассматривать, как первую фазу роста только-что возникшей зиготы. Нормальное развитие, энергия роста, жизнеспособность в большей степени, чем отдельные признаки растений, определяются всем генотипом в целом. Небалансированное состояние наследственного вещества, вызываемое изменением кариотипа, переход ряда факторов, определяющих морфологические, физиологические и т. п. признаки, в летальное или полулетальное состояние, тотчас же отражаются на жизнеспособности и нормальном развитии растений.

Особенно рельефно выступает влияние генотипической структуры растений на процесс развития семени при родственном размножении перекрестно-опыляющихся видов. Как известно, самоопыление повышает гомозиготность и весьма вероятно, что некоторые аллеломорфы, переходя в гомозиготное состояние, оказывают летальное действие еще на очень ранних стадиях — в период эмбрионального развития растений. Возможно, что в результате самоопыления погибнут все семена, зародыши которых несут гомозиготную комбинацию летально действующих в этой стадии развития факторов, и нормального развития достигнут лишь те из них, где эти факторы находятся в гетерозиготном состоянии. Чем выше потенциальная возможность расы отщеплять летально действующие аллеломорфы, тем сильнее при самоопылении снижается ее плодовитность. Прогрессивное падение плодовитости при длительном инцухтировании многих культур объясняется, вероятно, накоплением леталей, а не падением способности к самооплодотворению. Если способность к самооплодотворению является следствием деятельности специфических ген, регулирующих взаимоотношения пестиков и пыльцевых трубок, то второй фактор, объясняющий аутофертильность — нормальное развитие семени — в большей степени регулируется всей генотипической структурой расы. Возможность нормального развития семени и соотношение обоих факторов, обусловливающих аутофертильность, будут меняться от расы к расе. Одна и та же генетическая структура растений в отношении факторов быстроты роста пыльцевых трубок, проявляющаяся в аналогичном проценте самооплодотворения, при наложении на различные генотипы вызовет различную реакцию со стороны генотипа и соответственное варьирование количества завязывающихся семян. Тот или иной ответ генотипа на наличие

самооплодотворения определит характер развития семени. Способность к самооплодотворению является специфическим отличием аутофертильных рас от стерильных. Для возникновения аутофертильных форм необходимо изменения генетической структуры аутостерильных рас и появление новых факторов, вызывающих быстрый темп роста пыльцевых трубок и наличие самооплодотворения. Способность же к нормальному развитию семени в результате самоопыления может быть присуща как аутофертильным, так и аутостерильным расам, в зависимости от их общей генетической структуры и совершенно независимо от явления аутофертильности. У стерильных форм это качество не имеет возможности проявится благодаря отсутствию самооплодотворения. Но как только возникает способность к самооплодотворению, развитие семени осуществляется в той мере, в какой допускает данный генотип. При возникновении аутофертильных форм генотипическое строение аутостерильных рас изменяется лишь в отношении факторов, регулирующих темп роста пыльцевых трубок, появление же склонности к нормальному развитию семени при самоопылении не связано непосредственно с моментом возникновения аутофертильных форм.

Образование и элиминация форм, более или менее свободных от леталей, беспрерывно осуществляется в популяциях всей совокупностью действующих в популяциях процессов, определяющих, в конечном итоге, генотипическое строение вида. Среди аутостерильной свеклы бесспорно существуют расы, потенциально способные к нормальному плодоношению при самооплодотворении, если-бы таковое имело место, также как и среди аутофертильных форм не все в одинаковой степени склонны к нормальному развитию семени. Высокоаутофертильные расы возникают в популяциях путем случайного сочетания факторов, вызывающих самооплодотворение, со всей остальной совокупностью генетических факторов расы, которые при переходе в гомозиготное состояние не оказывают летального действия в период эмбрионального развития зиготы.

Исследование явлений стерильности и фертильности дает ясное представление о биологии размножения аутофертильных и аутостерильных форм. Наличие этих данных позволяет подойти к разрешению целого ряда вопросов, связанных с селекцией сахарной свеклы, как при само-, так и перекрестном опылении и выяснению основных процессов, определяющих характер размножения вида B. vulgaris L.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архимович А. — К вопросу об изоляции высадков сах. свеклы. Труды Б-Церковской сел. ст. 1927. Т. I.
2. Архимович А.— Регулирование опыления у сах. свеклы. Труды Б-Церковской сел. ст. 1928.Т. IV, вып. 2.
3. Архимович А. — К вопросу об инцухт-методе у сах. свеклы. Труды Б-Церковской сел. ст. 1931. Т. VI, вып. 3.
4. Гринько Т. — Самоопылящиеся расы сах. свеклы. Бюл. Иванов. селекц. станц. 1927, № 4.
5. Гринько Т. — Самоопыление у сах. свеклы. Тр. съезда по генетике. 1930, Т. IV.
6. Зайковская Н. — Сравнительное испытание аутофертильных рас сах. свеклы селекц. станций Главсахара. Н. З. L.
7. Кобель Ф. — Научные основы плодоводства. Перевод В. Рыбина. 1935.
8. Оксіюк П. — Матеріали до біології цвітіння цукрового буряка. Журнал Інст. Бот. ВУАН. 1934, № 9.
9. Паншин Б. и Киящко П. — К биологии сахарной свеклы, в связи аутофертильностью. Тр. НИС'а 1930, Т. V.
10. Ремер — Свекловодство. Перевод под редакцией Якушкина. 1930.
11. Рыбин В. — Самостерильность и самофертильность растений, как фактор в селекции. Теоретические основы селекции растений. 1935, Т. I.
12. Фаворский Н. — Материалы по биологии и эмбриологии сах. свеклы. Тр. НИС'а 1928, Т. II.
13. Харечко-Савицкая Е. — Аутостерильность у B. vulgaris L. Труды ЦИНС'а, 1929, № 2.
14. Харечко-Савицкая Е. К проблеме перекрестного опыления. Изд. ССУ Сахаротреста. 1929.
15. Харечко-Савицкая Е. — Цветение, оплодотворение и различные типы стерильности у B. vulgaris L. Тр. I генетич. съезда. 1930.
16. Харечко-Савицкая Е. — Методика и техника искусственной гибридизации у сах. свеклы. Н. З. XIII.

17. Anderson E. a. Sax K. A.—Cytological Analysis of Self-Sterility in Tradescantia. Bot. Gaz., 1934, XLV, № 4.
18. Artschwager E a. Starrett C.—The Time Factor in Fertilisation and Embryodevelopment in the Sugar Beet. Journ. of Agric. Research. 1933
19. Asami I.— On the Self-Sterility of the Japanese Pear. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 1926, 18.
20. Briem H. — Die Befruchtung einer isoliertstehenden Samenrübenstande. Ö. 1904.
21. Grane M., a. Lawrence W.—Genetical and Cytological Aspects of Incompptability and Sterility in Cultivated Fruits. Journ. Pomol., 1929, 7.
22. Grane M a. Lawrence W. — Studies in Sterility. Ninth Internat. Hort. Cong. Rep. 1930, 100.
23. Darwin Ch.—The Effects of Cross and Self-Fertilization in the Vegetable Kingdom. London, 1876.
24. Down E. a. Lavis C.— Studies on Methods for Control of Pollination in Sugar Beets. Journ. of Amer. Soc. of Agric. 1930, 1, 22.
25. East E. a. Park I.— Studies on Self-Sterility. II. Pollen Tube Growth. Genetics. 1918, 3.
26. Früwirth-Roemer.—Einführung in die landwirtschaftliché Pflanzenzüchtung. 1923.
27. Jones D.— Hereditable Characters of Maize. IV. A Lethal factor-defective Seeds. J. Heredity. 1920, II.
28. Jost L.— Zur Physiologie des Pollens. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1905, 23.
29. Jost L. — Ueber die Selbststerilität einiger Blüten. Bot. Zeit. 1907, 65.
30. Hallquist K. — Ueber freiwilliges Selbstbestäuben bei Beta. Hereditas. 1927. IX.
31. Kajanus B.— Ueber die Vererbungsweise gewisser Merkmale der Beta und Brassica Rüben. Zeitschr. f. Phflanz. 1913, 1, 2.
32. Kakizaki I. — Studies on the Genetics and Physiology of Self and Cross Incompatibility in the Common Cabbage (Brassica oleracea var. capitata), Jap. Journ. Bot. 1930, 5.
33. Kharetschko-Savitzka.— Autosterilité et Autofertilité de Betá vulgaris L. Compte rendu definitif de la 4 Assemblée de l'Institut Intern. de Recherches Betteravières. 1934.
34. Knigth L.— Physiological Aspects of Self-Sterility in the Apple. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 1917, 14.
35. Kostina K.— Self pollination of Fruit Trees. J. Cov. bot. Gard. Nicita, Yalta 1928, 10.
36. Mangelsdorf P.— The Genetic and Morphology of some Endosperm-Characters in Maize. Connect. Agr. Exp. St. Bull. 1926, 279.
37. Mangelsdorf P.— The Effects of a Lethal on the Heterozygote in Maize. The Journ. of Heredity, 1928, 19, № 3.
38. Martin C.—The Physiology of the Pollen of Trifolium pratense. Bot. Caz. 1913, 56.
39. Moore C.—Self-Sterility. The Journ. of Heredity, May. 1917.
40. Morgan T.— Removal of the Block to Self-fertilization in the Ascidian Ciona. Proc. of the Nat. Acad. of Sciences of the U. S. A. 1923.
41. Morgan T.— Self-Sterility in Ciona in Relation to Cross-Fertility. Journ. Exp. Zool. 1924, 40.
42. Munerati O. — Osservazione e ricerche sulla Barbabietole de Zucchero. Roma. 1920.
43. Nilson-Hjalmar N. — Pratisk betförding enligt nyare linier pa Svalöf. Sweriges Utsädes förenings Tibskrift. 1922, 1924, № 5, № 2.
44. Nilsson-Heribert N. — Populations-analysen und Erblichkeitsversuche über die Selbststerilität, Selbstfertilität und Sterilität bei dem Roggen. Zeit. f. Pflanzen. 1916, IV
45. Osterwalder A.—Blütenbiologie Embryologie und Entwicklung der Frucht unserer Kernobstbäume. Landw. 1910, 76, 39.
46. Plough H.—Selective Fertilization in Styela. Biol. Bull., 1933, 65.
47. Rimpau.—Landwirtschaftliche Jahrbücher. 1876, 1880.
48. Reed E. — Sterility and Inbreeding in Beets. Papers. Intern. Conference on Flower and Fruit-Sterility. New-Iork, 1927.
49. Sansome F. a Philp J.-Recent Advances in Plant Genetics. London. 1932.
50. Silow R. — A Preliminary Report on Pollen Tube Growth in Red Clover (Trifolium pratense L.) Welsh Plant Breed. Stat. Ser. 1931. H. 12.
51. Shaw H.—Trips as Pollinators of Beet-Flowers. Bul. 4, 5. Dept. of Agric. №104, July, 1914, 10.
52. Shaw H. — Self, Close and Cross Fertilization of Beets. Memoirs of the New-Jork Bot. Gard. 1916, VI.
53. Steward C.—Some Effects of Inbreeding in Sugar Beets. Journ. of Amer. Soc. of Agronomy, 1933, 25, № 4.
54. Stout A. — Self and Cross Pollination in Cichorium Intybus wilh Reference to Sterility. Men. N. C. Bot. Gard. 1916, 6.
55. Stout A.—Self-Incompatibitity in Wild Species of Apples. J. New-Jork. Bot. Gard., 1921, 26.
56. Stout A. — Types of Sterility in Plant and their Gignificance in Horticulture. Mem. Hort. Soc. New-Jork, 1927, 3.
57. Vilmorin. — L'héréditè chez la betterave cultivée. Paris. 1923.

(Получена редакцией 22 ноября 1935 г.).

по сахарной промышленности (орган ВНИС'а)

Н. Ф. ДЕРЕВИЦКИЙ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МЕТОДИКЕ ПОЛЕВОГО ОПЫТА В ПРИМЕНЕНИИ К СОРТОИСПЫТАНИЮ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ [1]

Предисловие

Занимаясь свыше 15 лет вопросами методики полевого опыта и одновременно ставя опыты с разными растениями (хлеба, бобовые, хлопчатник, корнеплоды, опийный мак, овощные) в разных районах СССР (Украина, Закавказье, Средняя Азия, ЦЧО, Московская область), я пришел к заключению, что как методы постановки полевого опыта, так и трактовка его результатов требует коренного пересмотра. Я начал этот пересмотр с некоторых частностей. Однако, чем больше я углублялся в изучение вопроса, тем все более и более становилось для меня очевидным, что дело не в частностях, а в общем неправильном подходе к полевому опыту. Пересмотр всех вопросов, касающихся полевого опыта в разнообразных его проявлениях, был для меня просто технически непосильной работой. Для ответа на каждый отдельный вопрос необходимо было проработать довольно большой материал. Это возможно было лишь при работе целого коллектива. В виду этого я очень охотно отозвался на предложение Центрального института сахарной промышленности (ЦИНС) пересмотреть применяемую в настоящее время методику станционных и коллективных испытаний сортов сахарной свеклы и указать желательные в ней изменения. ЦИНС, а в дальнейшем Всесоюзный научно-исследовательский институт сахарной промышленности в Киеве (ВНИС), дали мне возможность доработать ряд частных вопросов. В результате я имел возможность пересмотреть в общих чертах методику полевого опыта в той части, которая могла быть использована к постановке сортоиспытаний сахсвеклы.

Даже по отношению к этой, сравнительно узкой, теме я не считаю свою работу законченной. Необходима еще большая камеральная и полевая проработка ряда вопросов. Однако, и то, что мною сделано, позволяет внести как в методику сортоиспытаний, так и в трактовку их результатов некоторые новые подходы. Укажу вкратце все то, что в настоящей работе является новым и оригинальным.

Прежде всего, рассматривая требования, предъявляемые к полевому опыту, я ввожу понятие *репрезентативности* опыта. Введение этого понятия позволяет более правильно подходить к методике и технике опыта и трактовке его результатов.

Классификация ошибок опыта была разработана мною еще в 1925 г. и в работе лишь несколько дополнена.

Наиболее важным новшеством в подходах к методике полевого опыта является трактовка элементов методики в комплексе. Это ставит по новому ряд старых вопросов, о величине делянки, форме ее, повторности и т. д.

В частности, в работе впервые показана периодичность в изменении точности опыта с увеличением размера делянки. Пересмотрено значение формы делянки, повторности, числа вариантов и размещения их по площади опытного участка. В связи с последними даются некоторые новые приемы определения ошибки опыта.

Впервые дана *теория опыта со стандартом*. Как практический вывод этих предпосылок намечены типы сравнительных сортоиспытаний.

---

[1] Печатается в порядке обсуждения. *Редакция*]

В работе приведены лишь ссылки на отдельные труды, но не дается списка использованной литературы, так как последний подготовляется мной к печати отдельно, как „библиография по теории и методике полевого опыта".

Введение

1. Сравнительные посевы сортов сахарной свеклы можно разделить на две основных группы:

а) сравнительные испытания потомств отдельных растений;

в) сравнительные испытания „марок".

Для первой группы характерны ограниченное количество семян каждого сорта, большое количество сортов в опыте и то обстоятельство, что опыт ставится только в одном месте, а именно на станции, занимающейся селекцией для данного района.

При сравнительном испытании марок мы имеем практически неограниченное количество семян каждого сорта, более ограниченное число сортов, и опыт с одинаковым или близким набором марок ставится параллельно в нескольких, иногда довольно многих, пунктах.

Промежуточное положение занимают сортоиспытания на опорных пунктах селекционных станций.

Для того, чтобы разобраться ближе в методике сортоиспытания в каждом из перечисленных типов опыта, нам необходимо остановиться на тех требованиях, которые мы предъявляем к сортоиспытанию и тех путях, при помощи которых мы можем удовлетворить эти требования.

При дальнейшей трактовке этих вопросов мы будем касаться почти исключительно оценки урожайности сортов, ибо определение сахаристости связано с меньшими затруднениями.

2. *Требования, предъявляемые к опыту.* К каждому полевому опыту предъявляют обычно два основных требования:

а) опыт должен быть *типичен*, то-есть он должен ставиться в таких условиях, чтобы изучаемый в опыте прием проявлял себя в практическом хозяйстве также, как это наблюдалось в опыте;

в) опыт должен быть *точен*, то-есть урожай каждого варианта должен как можно меньше отличаться от того урожая, который получился бы при условии, если бы вся площадь опыта была засеяна этим вариантом.

Эти два основных требования мы имеем возможность в настоящее время несколько детализировать.

По существу мы предъявляем к опыту лишь одно требование. Он должен быть таков, чтобы по его данным можно было делать заключения о значении изучаемого приема в практическом хозяйстве. Для этого опыт должен возможно полнее и точнее отображать в себе практическое хозяйство, „представлять" его, или, иными словами, опыт должен быть *репрезентативен.*

Понятие репрезентативности мы можем расчленить по источникам его нарушения.

3. *Экологическая репрезентативность.* Опыт должен ставиться в тех же почвенно-климатических или (шире) в тех же экологических условиях, как и те условия, в которых ведется культура изучаемого в опыте растения. Только при этом мы можем на основании данных опыта говорить о значении приема в хозяйстве, только в этом случае мы можем назвать наш опыт *экологически репрезентативным.*

Мы достигаем экологической репрезентативности опыта надлежащим выбором участка, на котором ставится опыт. Выбор этот в однотипных степных районах довольно прост, но в районах с пестрым составом почв, рельефа и климата осложняется. Не следует, впрочем, преувеличивать этих трудностей. Дело в том, что для нас представляют интерес лишь те

сорта или приемы, которые положительно проявляются в широкой амплитуде экологических условий. В самом деле, какое значение имел бы для нас сорт, который при температуре июня в 20° давал бы рекордные урожаи, а при 19 и 21° занимал последнее место в сортоиспытании. Мы предпочли бы ему сорт, который дает хорошие урожаи в возможно разнообразных условиях.

Из этого вывод, что не следует переоценивать значения экологической типичности участка под опытом. Однако, элементарные требования в этом отношении, конечно, должны быть соблюдены.

4. *Агротехническая репрезентативность.* При постановке опыта должна применяться агротехника, создающая для культуры такие же условия, как и в практическом хозяйстве. Иными словами, опыт должен быть *агротехнически репрезентативным.*

Мы находим необходимым здесь самым энергичным образом возражать против вульгарного понимания агротехнической репрезентативности. Многие опытники только в том случае считают опыт типичным, если при его проведении применялись те же самые машины и орудия, которые применяются при практической культуре данного растения. Это требование применения хозяйственного инвентаря принципиально неправильно. Мы должны создать для растений в опыте условия, близкие к условиям практического хозяйства и мы создаем их наиболее удобными для нас техническими приемами. Ограничивать эти приемы только теми, которые применяются в хозяйстве, было бы по меньшей мере неразумно. Кроме того, мы ведем обычно сортоиспытания не на типичном для настоящего момента фоне, а на фоне перспективном.

В конце концов важны не отдельные моменты культуры, а общий уровень ее. Нами были проработаны данные коллективных сортоиспытаний сахсвеклы за 1928 г. По этим данным были вычислены коэфициенты регрессии урожая каждого сорта по среднему урожаю опыта. Этим путем было выявлено, что сорта сахарной свеклы можно разделить на *интенсивные и экстенсивные.* Первые из них сильно повышают свой урожай на пунктах с высоким урожаем и занимают здесь высокие места по порядку урожайности; наоборот, при низкой урожайности опыта эти сорта очень сильно сдают и уступают свои места экстенсивным сортам, которые ведут себя совершенно противоположным образом. Это исследование подчеркивает значение уровня агротехники при проведении опыта. Мы называем поэтому опыт агротехнически репрезентативным, если уровень агротехники в нем соответствует уровню того перспективного периода, для которого ведется сортоиспытание.

В виду этого, считаясь с прогрессом сельского хозяйства, мы считаем необходимым добиваться в опыте более высокой урожайности, нежели в современных хозяйственных посевах, равняясь или превосходя лучшие из них. Это обстоятельство имеет гораздо большее значение для агротехнической репрезентативности опыта, чем те или другие отдельные технические приемы культуры при проведении опыта.

5. *Методическая репрезентативность.* При проведении опыта мы часто встречаемся с так называемыми *односторонними ошибками.* Сущность их заключается в том, что какому-либо сорту или вообще варианту опыта даются лучшие или худшие, вообще иные условия, нежели всем остальным сортам. Как примеры, приведем повышенную ими пониженную всхожесть или энергию произрастания семян, влияние края, влияние соседей и т. д. Учесть влияние этих неуравненных в опыте факторов, обычно, нет возможности. Не всегда в процессе проведения опыта даже можно установить их наличие. В виду этого, результаты опыта получаются неправильными, искаженными.

Избежать наличия односторонних ошибок возможно лишь путем должной методики его, поэтому опыт, свободный от односторонних ошибок, мы называем *методически репрезентативным.*

Понятие методической репрезентативности не укладывается ни в понятие точности, ни в понятие типичности. В сортоиспытании методическая репрезентативность достигается в принципе очень просто, а именно, путем уравнивания всех условий для всех изучаемых сортов. Для большинства агротехнических опытов методическая репрезентативность достигается более сложным путем.

6. *Статистическая репрезентативность.* Каждый сорт участвующий в опыте занимает всеми своими делянками сравнительно небольшую часть участка, отведенного под опыт. Если в опыте участвует m сортов, то каждый из них занимает лишь $^1/m$ часть участка. Если бы любой из сортов занимал не свои n делянок, а все mn делянок опыта, он показал бы, возможно, другую, большую или меньшую урожайность. Разность между фактической урожайностью сорта на n делянках и гипотетическим урожаем его на всех mn делянках опыта является тем, что называют *случайной ошибкой опыта.* Если бы нам были известны гипотетические урожаи всех сортов на всей площади опыта и случайные ошибки при определении их урожайности по n делянкам, то мы имели бы возможность определить истинную квадратическую ошибку опыта по равенству:

$$\Delta^2 = \frac{1}{m}\left\{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \ldots + \delta_m^2\right\}$$

где: Δ — искомая квадратическая ошибка опыта и δ_1, δ_2, .. δ_m — случайные ошибки при определении урожайности отдельных сортов по n делянкам.

Фактические случайные ошибки отдельных средних нам никогда неизвестны. Однако, принимая гипотетические урожаи каждого сорта на всех mn делянках за совокупность, а фактические урожаи на n делянках за выборку из нее, мы можем определить приближенно величину квадратической ошибки опыта, а тем самым и точность его. Поскольку мы имеем здесь дело с вопросом о том в какой мере выборка представляет совокупность, мы говорим *о статистической репрезентативности опыта.*

7. *Биологическая репрезентативность.* На первый взгляд кажется совершенно бесспорным, что в опыте должна испытываться та-же культура и тот-же самый сорт, о котором надо делать заключение. Однако, в частности, при сортоиспытании сахсвеклы это требование исполняется сравнительно редко. Так, испытывая на станциях потомства отдельных растений и оценивая их, мы имеем, обычно, весьма слабое представление о регрессии утилитарных признаков при дальнейшем размножении этого материала.

При коллективном испытании маточных семян мы не можем в точности предсказать поведение того или другого сорта после репродуцирования, когда он перейдет в стадию фабричных.

Все это делает заключения из данных опыта менее уверенными, а самый опыт биологически нерепрезентативным.

Степень биологической репрезентативности опыта всегда надо иметь в виду, пользуясь его результатами.

Ошибки опыта

А. Односторонние ошибки

1. Наиболее частыми и крупными *односторонними ошибками* при сравнительных сортоиспытаниях сахарной свеклы являются ошибки, обусловливаемые последействием различных условий культуры высадок, с которых получены семена сравниваемых сортов.

В широко поставленных опытах ВНИС'а выяснилось, что при высадке корней одной и той же „марки" на разных станциях семена различного происхождения давали свеклу первого года различной урожайности и сахаристости. Во многих случаях различия эти были достоверны. Мы имеем

здесь дело с последействием условий созревания семян. Это явление неоднократно констатировалось у хлебов, бобовых и трав. Нами оно наблюдалось у хлопчатника. В следующем же поколении от последействия не остается и следа и весь материал делается однородным.

При постановке же сортоиспытаний последействие условий произрастания может резко исказить картину истинных сравнительных достоинств сортов. Как известно, элитные корни в процессе селекции выращиваются, обычно, в очень благоприятных условиях.

Вероятно, именно эти условия и являются причиной того, что при испытании потомств мы встречаем среди них довольно большое число, превышающих стандарт и по сахаристости и по урожайности. Однако, эти многообещающие потомства при дальнейшем размножении оказываются самыми заурядными.

Обычно это приписывается злостному поведению генов. Однако, в свете опытов ВНИС'а, приходится думать, что, пожалуй, гены здесь не при чем, а просто мы имеем дело с резко выраженными явлениями последействия.

До сего времени явление последействия условий произрастания высадок на урожаи свеклы первого года еще черезвычайно слабо изучено. Безусловно, дальнейшее изучение этого вопроса откроет нам большие перспективы как в практике свеклосеяния, так и в практике селекции свеклы. Пока что, на основании имеющихся данных, нам приходится говорить лишь о необходимости однообразной культуры высадок корней индивидуального отбора и стандартизации культуры высадок, семена с которых поступают в коллективное испытание. Одновременно с этим нам приходится поднять вопрос о том, насколько правильна в принципе оценка потомств элитных растений по первой генерации. Невольно приходится подумать о том, не следует ли в первой генерации ограничиться лишь массовым отбором, а центр внимания по оценкам потомств перенести на вторую генерацию, культивируя высадки сравниваемых потомств в строго сравниваемых условиях, то-есть в повторности.

2. Вторым источником односторонних ошибок, на котором мы находим нужным остановиться, является *влияние соседей.*

При постановке опытов на узких длинных делянках при соседстве мало урожайных сортов с высокоурожайными, последние угнетают соседей, развиваясь за их счет. В результате урожайные сорта оказываются еще более урожайными, а урожайность малоурожайных сортов еще снижается. Особенно сильно сказывается влияние соседей при однорядных делянках. Из многочисленных исследований значения соседства у сахарной свеклы наиболее показательными являются опыты Сукачева[1].

Для иллюстрации приведем его данные для междурядий 46 см.

	Среда			
Сорт	a	b	c	d
a	100	112	101	108
b	90	100	98	100
c	98	110	100	111
d	99	95	93	110

Сорта в опыте культивировались на однорядковых делянках. При этом делянки каждого сорта располагались или между рядками того же сорта или окаймлялись с обоих сторон рядками сортов, которые фигурируют в таблице под термином „среда". Урожай сортов в своей среде принят за 100.

Как видим, сравнение сортов разных направлений на однорядковых делянках может быть связано с односторонней ошибкой до 12%.

В опыте умышленно были подобраны резко отличающиеся друг от друга сорта и изучалось двустороннее влияние соседей. При влиянии с одной стороны приходится говорить о максимальной ошибке в 6%. Исходя из

[1] Сукачев.—Влияние „сорта" на „сорт" у сахарной свеклы при посеве однорядковыми делянками. Труды Верхнячской сортоводной станции. Вып. I. 1928.

этого числа, мы должны применять минимум трехрядные делянки, чтобы односторонняя ошибка не перевысила 2%.

Несмотря на постоянную возможность односторонней ошибки при применении однорядной делянки, мы очень рекомендуем ее при станционных испытаниях потомств.

В процессе сортовыведения сравниваются между собою обычно потомства одного направления. При этом односторонняя ошибка не может быть велика. Если даже имеет место односторонняя ошибка, то порядок сортов меняется очень слабо; только разности между сортами оказываются несколько преувеличенными.

Само собою разумеется, что если опыт ставится со стандартом, то стандарт берется того-же направления.

При сортоиспытании однорядковыми делянками, междурядия целесообразно расширить до 60 см. При этом мы также рискуем получить одностороннюю ошибку вследствие неодинаковой реакции разных сортов на увеличенную площадь питания. Судя по данным опытов с густотою посева, ошибка эта будет меньше, чем от влияния соседей.

Мы находим, что при испытании большого числа потомств целесообразно сознательно итти на сравнительно небольшую одностороннюю ошибку ради тех технических удобств, которые дает однорядковая делянка.

3. При постановке опытов однорядковыми делянками, мы часто встречаемся еще с одним источником односторонних ошибок. Если большой сеялкой высевать 6 — 7 сортов однорядковыми делянками, то сорта, высеваемые крайними сошниками, находятся у колес, а, следовательно, в других условиях, нежели средние рядки. Влияние колес может быть настолько сильно, что один и тот-же сорт, высеянный крайним и средним сошником, может достоверно отличаться по урожайности. Избежать этих ошибок можно при посеве однородных делянок двурядной сеялкой.

4. Мы привели несколько примеров односторонних ошибок. Ими, конечно, далеко не исчерпывается длинный список искажений результатов опыта вследствие разнообразных причин. Только продумывая тщательно каждую деталь методики и техники, мы можем получить вполне методически репрезентативный опыт, свободный от односторонних ошибок.

Для того, чтобы читателю было ясно, насколько неожиданны и как велики могут быть односторонние ошибки, приведем результаты одного методического опыта Stehlik'a.[1]

На плантации свеклы была произведена прорывка на определенные расстояния без выбора растений. После прорывки были сейчас же отдельно заэтикированы растения с 2, 4 и 6 листьями, и при уборке учтен отдельно урожай каждой группы. Результаты были таковы:

	6 листьев	4 листа	2 листа
Вес корня грамм	814	580	226
Процент сахара	20,72	20,84	20,40

Из этого опыта видно, что если один сорт во всех повторениях прорвет работница, оставляющая наиболее крупные растения, а другой сорт — другая работница, оставляющая наиболее мелкие растения, то первый сорт окажется в 2-3 раза урожайнее второго, совершенно независимо от его истинных сортовых достоинств.

В. Случайные ошибки.

5. Приводимая ниже таблица 1 представляет план и поделяночные урожаи 200 делянок кормовой свеклы[2].

Общая площадь опыта 1 акр = 4050 кв. м. Каждая делянка имеет площадь $\frac{1}{200}$ акра = 20,25 кв. м и состоит из трех рядков длиною в 30,25 фута = 9,2 м.

[1] Stehlik.—Deutch. Land. Rundschau, 1930.
[2] Mercer and Hall.—Experimental error. Agr. Sci, 1910.

Даты в оригинале — вес корней делянки в английских футах (0,5 кг). Трехзначные даты для удобства подсчетов нами округлены до двузначных, так что наши числа представляют вес корней в десятках английского фунта.

Это упрощение записей представляет вполне законный прием, если первые числа трехзначного числа равны или более трех. Ошибка округления здесь не превосходит $\frac{5}{300} = 1{,}67\%$, т. е. очень мала по сравнению с случайными колебаниями в урожаях делянок и никоим образом не может отразиться на выводах.

Таблица 1

План и поделяночные урожаи дробного учета кормовой свеклы

1 38	9 37	17 36	5 36	13 34	2 33	10 34	18 34	6 35	14 35
2 32	10 34	18 34	6 36	14 33	3 34	11 34	19 36	7 36	15 35
3 33	11 33	19 34	7 34	15 33	4 33	12 35	20 34	8 34	16 36
4 32	12 34	20 33	8 33	16 34	5 34	13 34	1 30	9 35	17 36
5 32	13 33	1 32	9 32	17 31	6 33	14 34	2 31	10 33	18 35
6 34	14 35	2 33	10 30	18 33	7 35	15 33	3 29	11 33	19 32
7 34	15 35	3 32	11 32	19 31	8 34	16 34	4 32	12 33	20 32
8 35	16 36	4 35	12 34	20 33	9 32	17 34	5 30	13 36	1 31
9 35	17 37	5 35	13 34	1 32	10 34	18 34	6 33	14 35	2 33
10 31	18 35	6 33	14 30	2 31	11 34	19 35	7 37	15 36	3 35
11 35	19 34	7 32	15 33	3 32	12 35	20 35	8 35	16 35	4 36
12 34	20 35	8 30	16 31	4 31	13 33	1 35	9 32	17 34	5 34
13 34	1 33	9 32	17 30	5 31	14 34	2 32	10 32	18 34	6 33
14 34	2 38	10 32	18 33	6 28	15 30	3 33	11 30	19 32	7 31
15 31	3 33	11 33	19 33	7 30	16 32	4 31	12 31	20 30	8 30
16 30	4 33	12 32	20 31	8 31	17 34	5 34	13 34	1 32	9 28
17 37	5 34	13 34	1 32	9 32	18 34	6 35	14 32	2 31	10 31
18 30	6 30	14 33	2 30	10 29	19 33	7 32	15 32	3 31	11 32
19 32	7 32	15 31	3 32	11 30	20 31	8 30	16 27	4 31	12 29
20 33	8 31	16 31	4 31	12 29	1 32	9 33	17 29	5 30	13 31

Представим себе, что данный дробный учет представляет опыт с 20 сортами в 10 повторениях и что делянки сортов расположены так, как это показывают числа, написанные более крупными цифрами в каждой клетке плана опыта.

Подсчитаем средние урожаи на делянку каждого сорта и выпишем их в особую таблицу.

Таблица 2

Средний урожай на делянку 20 „сортов" в опыте, наложенном на дробный учет

№ „сорта"	Y	δ
1	32,7	— 0,225
2	32,4	— 0,525
3	32,4	— 0,525
4	32,8	— 0,125
5	33,0	+ 0,075
6	33,0	+ 0,075
7	33,3	+ 0,375
8	32,3	— 0,625
9	32,8	— 0,125
10	32,6	— 0,325
11	32,6	— 0,325
12	32,6	— 0,325
13	33,7	+ 0,775
14	33,6	+ 0,575
15	32,9	— 0,025
16	32,6	— 0,325
17	33,8	+ 0,875
18	33,6	+ 0,675
19	33,2	+ 0,275
20	32,7	— 0,225
Среднее	32,925	—

Рассматривая таблицу средних по сортам, мы видим, что средние неодинаковы. Самая большая из них равна 33,8, самая меньшая — 32,3.

Между тем, мы имеем в данном случае дробный учет. Все поле засеяно одним и тем же сортом и все обрабатывалось совершенно однообразно.

При идеально выравненном поле и идеальной технике учета все средние должны быть равны между собой и равны средней всего опыта. Если фактически это равенство не имеет места, то средние по сортам определены ошибочно. Об односторонних ошибках здесь не может быть и речи, ибо весь опыт засеян одним сортом при однообразной агротехнике. Следовательно, в опыте существует ряд неучтенных нами причин, которые влияют по разному на урожаи сравниваемых сортов и вызывают отклонения урожаев отдельных делянок и средних по сортам от некоторой истинной величины. Эти отклонения мы называем *случайными ошибками*.

В нашем примере мы имеем дробный учет одного сорта. В виду этого средний урожай всего поля $Q = 32{,}925$ является тем истинным урожаем, с которым мы можем сравнивать средние урожаи 10 делянок каждого сорта. Обозначая эти средние через $\bar{Y}$, мы можем вычислить ошибки их по равенству:

$$\delta_i = \bar{Y} - Q$$

Величины δ приведены в последней графе таблицы 2. Возводя их в квадрат и суммируя, получаем: $\Sigma\delta^2 = 3{,}8775$.

Отсюда, $\Delta^2 = 0{,}193875$ и $\Delta = 0{,}4403$.

6. Мы дали понятия о случайных ошибках опыта и о способе характеристики их при помощи квадратической ошибки. Теперь разберемся подробнее в источниках случайных ошибок.

Ошибка индивидуальной изменчивости. При сравнительном испытании потомств очень часто приходится иметь дело с ограниченным количеством семян. В настоящее время разработан, правда, ряд приемов для получения возможно высоких урожаев семян с растения путем резки корней и соответствующей агротехники [1]. Однако, несмотря на это, в ряде случаев мы имеем дело с недостатком семян, что вынуждает сокращать число растений в опыте. Это обстоятельство является источником случайных ошибок. Прежде всего, мы никогда не имеем вполне генотипически однородных потомств. В виду этого, вследствие генотипических различий, растения будут давать корни различной величины и сахаристости. С другой стороны, урожай растений в сильной мере является функцией последействия тех условий, при которых развивалось семя. Как известно, семена на кусте свеклы закладываются, развиваются и созревают разновременно, следовательно, при разных условиях. Это приводит к тому, что отдельные клубочки и отдельные семена клубочков производят растения более мощные и урожайные нежели другие.

Как гетерозиготность, так и последействие приводят к тому, что растения настолько сильно варьируют по урожаю, что урожай небольшого числа растений не может представить собою достаточно точно урожая данного сорта как такового. Мы не имеем возможности учесть влияния последействия или расщепления на колебания урожайности отдельных растений, а потому мы рассматриваем индивидуальную изменчивость в целом, как источник случайных ошибок. Если мы выразим размер индивидуальной изменчивости численно через квадратическое отклонение ряда дат урожаев отдельных растений, то часть ошибки опыта, поскольку она связана с индивидуальной изменчивостью, будет тем меньше, чем больше растений мы будем иметь в опыте. При этом при любой методике опыта мы можем пользоваться формулой:

$$\epsilon^2_{ин} = \frac{1}{n_к}\sigma^2_{ин},$$

где: $\sigma_{ин}$ — квадратическая ошибка показания отдельного растения, поскольку она связана с индивидуальной изменчивостью, $\epsilon_{ин}$ — доля ошибки опыта, связанная с индивидуальной изменчивостью и $n_к$ — число растений в опыте по каждому сорту.

Следует подчеркнуть, что влияние индивидуальной изменчивости на точность опыта зависит только от общего числа растений в опыте и $\sigma_{ин}$ не зависит от величины и формы делянки, числа растений на делянке и т. д.

Нам необходимо установить минимальное число растений, которое необходимо, чтобы не оказывать сильного влияния на результат опыта. Мы можем принять провизорно, что величина $\sigma_{ин}$ должна быть не больше 2% от среднего урожая в опыте, т. е. величины Q.

Исходя из предыдущей формулы, но заменяя $\sigma_{ин}$ величиною индивидуального вариационного коэфициента $V_{ин}$ мы можем произвести необходимый расчет.

Если мы обратимся к данным о величине вариационного коэфициента веса корня сахарной свеклы, то по данным многочисленных индивидуальных взвешиваний корней при отборе на селекционных делянках мы найдем его равным 40—60%.

Исходя из $V_{ин}=60\%$ находим, как минимальное, число 900 растений в опыте. Если-же учесть изреженность, то приходится говорить о 1000—1200 растениях. При более строгом подходе к опыту требуют, как минимум, 1500—1800 растений.

Мы позволим себе усомниться в правильности приведенных выше расчетов. Дело в том, что приведенные выше величины вариационного

[1] Михалевич.— Труды Верхнячской сортоводной станции. 1928 г.

коэфициента веса корня получены путем находжения величины V на площадках с изменяющимся почвенным плодородием. Таким образом, полученные величины V характеризуют собою не индивидуальную изменчивость веса корня, а взаимодействие между индивидуальной изменчивостью корня и изменчивостью плодородия той площадки, на которой производился учет. Между тем, для учета влияния индивидуальной изменчивости на точность опыта нам нужна характеристика вариации веса корня на идеально выровненной по плодородию площадке. Поскольку таких площадок в природе не существует, мы в качестве приближения к этой величине определили V веса корня в ряде опытов, поставленных в вегетационных сосудах.

Материалом нам послужили опыты с минеральными удобрениями ЦИНС'а. Опыты эти ставились в 4 — 6 повторениях. Само собою разумеется, что по каждому из них величина V определяется весьма не точно. Мы поступили поэтому следующим образом. Вычислив в каждой серии параллельных сосудов сумму квадратов отклонений от средней $\Sigma(x-\bar{x})^2$, мы делили ее на квадрат средне-арифметической, умножили на 10 000 и получили:

$$\Sigma v^2 \frac{(x-\bar{x})^2}{\bar{x}^2}\ 10\,000\ +,$$

т. е. сумму квадратов отклонений, выраженных в процентах от средней. После этого средний коэфициент вариации V определялся по формуле:

$$\bar{V} = \sqrt{\Sigma\Sigma v^2 / \Sigma n - m},$$

где: Σn — общее число сосудов всех вариантов и m — число вариантов в опыте.

В различных сериях обработанных данных $\bar{V}$ получился от 20 до 30%

Следует заметить, что и здесь $V_{ин}$ определяется с преувеличением, так как здесь величина $\bar{V}$ характеризует не только индивидуальную изменчивость, но и ошибки техники при проведении опыта.

Исходя из $V_{ин}$=20%, мы приходим к выводу, что опыт может ставиться даже при очень небольшом числе растений каждого сорта, порядка 400—500. Во всяком случае малое число растений само по себе не может служить препятствием к постановке опыта с сортами. Здесь необходимо лишь создать такую методику, при которой были возможно меньшими другие ошибки.

Во избежание недоразумений спешим оговориться, что исходя из величины $V_{ин} = 20 - 30\%$, мы не в праве ожидать ошибку опыта в $\frac{20}{\sqrt{400}} = 1\%$ или $\frac{30}{\sqrt{400}} = 1{,}5\%$. Это только доля ошибки, связанная с индивидуальной изменчивостью. В связи с характером поля и методикой опыта мы можем получить различную точность опыта, но остальная часть ошибки не зависит от индивидуальной изменчивости растений.

7. *Ошибка техники.* Кроме индивидуальной изменчивости на точность опыта влияют еще технические ошибки опыта или, как они нами были названы[1], *ошибка техники.* Сюда входят ошибки при отмеривании делянок, неравномерная густота высева разных сортов, неравномерность ухода за посевом, ошибка при чистке свеклы, взвешивании и т. д. При правильно поставленной технике опыта ошибки этого рода незначительны. Однако, в некоторых случаях технические ошибки проявляются очень сильно и болезненно отражаются на результате опыта. Это бывает при несоответствии техники опыта методике его. Как общее правило, техника опыта должна быть тем более тщательна, чем на меньших делянках он поставлен. Мы всегда

[1] Деревицкий.—К вопросу о методике полевого опыта в сортоводстве. Труды Ганжинской оп. ст. Выпуск I. Тифлис, 1926 г.

должны иметь в виду не абсолютную, а относительную ошибку опыта. Так, если мы имеем большие делянки, урожай которых выражается величиной порядка 1 тонны, то ошибка взвешивания в 3—5 кило составит всего 0,3—0,5% от урожая делянки. Между тем при малой делянке с урожаем порядка 30—40 килограмм ошибка взвешивания в 1 кило составит 2,5—3%. Аналогичным образом изменяются и другие технические ошибки. Если обозначить квадратическую ошибку техники на отдельной делянке через $\sigma_т$, то ошибка средней определится величиной $\sigma_т \sqrt{n}$. Однако, при незначительных даже отклонениях техники опыта с правильного пути, ошибка техники легко может перейти в одностороннюю. С другой стороны, при техническом проведении опыта возникает еще один тип ошибок, а именно — *грубые ошибки*. Сюда относятся всевозможные смешения делянок, неправильные записи, покражи части корней и т. д. Хотя грубые ошибки по своей сущности и являются случайными ошибками, но распределение их не обусловлено теми законами, которые мы имеем для настоящих случайных ошибок. Прежде всего, грубые ошибки редки, а потому здесь не приходится говорить о взаимной компенсации положительных и отрицательных ошибок. Затем величина грубой ошибки вообще не является функцией частоты. Так, например, исследователь одинаково часто может ошибаться, поставив запятую в числе и на один и на два знака правее, чем это нужно.

Избежать грубых ошибок мы можем путем систематического контроля всех технических операций. При организации технического выполнения опыта, если мы контролируем каждую операцию, наличие грубых ошибок практически исключается. Следует заметить, что систематический контроль оказывает настолько сильное влияние на психологию исполнителей, что и случайные ошибки уменьшаются.

8. *Ошибка повреждений.* К числу случайных ошибок относятся и ошибки, связанные с повреждениями делянок энто-и фито-вредителями. Как известно, распространение вредителей по площади поля не вполне равномерно, а на территории участка часто можно обнаружить некоторые очаги вредителей, которые обычно совпадают с куртинами сорняков, бывших в посевах предшественников. Связь интенсивности распространения вредителей с определенными площадками опытного участка приводит к тому, что в определенных местах посева все сорта оказываются поврежденными сильнее, чем в других. Поскольку повреждения равномерно распространяются на все сорта, они не нарушают сравнимости последних. Если же случайно на очаг повреждений падают делянки только некоторых сортов, то тем самым нарушается их сравнимость с сортами, лежащими вне очага повреждений. Точно также в пределах площади, на которой произошли повреждения, они могут распространяться неравномерно на делянках всех сортов. Одни делянки окажутся поврежденными сильнее, другие слабее и точность сравнения нарушится.

В предыдущих рассуждениях мы принимали, что все сорта одинаково повреждены. Однако, в каждом частном случае следует проверить, случайны или существенны различия в повреждениях сортов. Далеко не всегда повреждения имеют ярко выраженный куртинный характер. Иногда они распространены равномерно по всему полю и большее или меньшее повреждение отдельных делянок совершенно не связано с территориальным размещением. В этом случае „ошибка повреждений" $\sigma_п$ по характеру своему приближается к $\sigma_т$ и может быть учтена лишь вместе с нею. При куртинном же распространении повреждений $\sigma_п$ приближается по своему характеру к „ошибке плодородия" $\sigma_{пл}$ и учитывается вместе с нею.

9. *Ошибка плодородия.* Неравномерное распределение плодородия по площади опытного участка является источником „ошибки плодородия" в опыте, которая входит обычно, как самое крупное слагаемое в равенство

$$\sigma^2_{опыта} = \sigma^2_т + \sigma^2_п + \sigma^2_{пл} + \frac{1}{K}\sigma^2_{вн},$$

где: K — число растений на делянке.

Характерной особенностью $\sigma_{пл}$ является ее зависимость от территориального расположения делянок. В связи с этим отдельные ошибки плодородия хотя и случайны и распределены нормально, но как правило не независимы друг от друга, а ошибки ближележащих делянок коррелятивно связаны между собою, закономерно изменяясь с расстоянием между делянками.

Величина ошибки плодородия зависит от пестроты почвы участка, на котором ставится опыт. Среди опытников очень распространен взгляд, что для того, чтобы уменьшить ошибку плодородия необходимо выбирать вполне однородные участки. Фактически совершенно ненужна полная однородность всего участка. Совершенно достаточно, чтобы была однородна почва в пределах каждого отдельного повторения. Более того, очень часто при систематическом изменении плодородия по территории почвенного участка правильным расположением делянок сортов удается добиться, что ошибки в отдельных повторениях взаимно компенсируют друг друга так, что при сравнительно пестрой почве в пределах каждого отдельного повторения мы имеем точные средние. В этом мы можем убедиться на дробном учете, приведенном в таблице 1.

Вычислив рассеяние урожаев всех 200 делянок опыта, мы получим $\sigma^2 = 4{,}0494$. Отсюда ожидаемое рассеяние средних 10 делянок равно 0,40494. Фактически мы имеем 0,193875, т. е. в два с лишком раза менее.

Если мы вычислим среднее рассеяние внутри повторений, то получим 3,4863 и для средних из 10 — 0,34863, т. е. опять таки гораздо больше фактического. На этом вопросе мы остановимся ближе в главе о повторности.

Единственным путем, которым мы можем уменьшить ошибку плодородия, является выбор и подготовка участка под опыт.

При выборе участка приходится руководиться, во-первых, его рельефом и, во-вторых, состоянием той культуры, которая занимает участок, и моментом выбора.

Что касается рельефа, то вовсе нет нужды выбирать вполне ровный участок или с равномерным уклоном в одну сторону, как это пишется во всех курсах по опытному делу. Выбирая участок, всегда надо иметь в виду расположение на нем опыта. Участок можно считать пригодным, если его можно разбить на *n площадок сравнения*. Под этим термином мы разумеем части участка, на которых будут расположены повторности опыта. Каждая площадка сравнения должна быть в себе однородна для той формы делянки, которая применяется в опыте. Так, при длинных и узких делянках площадка сравнения может быть или ровной, или иметь уклон в направлении длины будущих делянок.

Ровный или с однообразным уклоном участок, какой требуется в учебниках, безусловно пригоден для постановки опыта и удобнее, чем какой-либо другой. Но далеко не всегда мы можем отыскать такой участок. Кроме того, во многих случаях такой ровный участок и не типичен для района, а потому поставленный на нем опыт будет экологически не репрезентативным.

Обследование состояния культуры на намеченном участке дает очень много. Если все работы на участке проведены однообразно, то по состоянию культурного растения мы можем судить о почвенной однородности площадок сравнения.

Обычно на каждом поле севооборота, в котором ставятся опыты, целесообразно наметить несколько участков или большое число площадок сравнения и проследить их в течение ряда лет. После этого, повторения опыта располагаются на тех площадках сравнения, которые за ряд лет показали себя наиболее однородными. Если эти площадки можно соединить в один массив, то предпочтительно ставить опыт на одном участке. Если же наиболее выравненные площадки сравнения разбросаны по всему полю севооборота, то не следует останавливаться перед дроблением опыта на части вплоть до полного разбрасывания всех повторений опыта по удаленным

друг от друга площадкам сравнения. При этом приходится, конечно, считаться с техническими неудобствами такого разбрасывания:

Не меньшее значение, чем правильный выбор участка, имеет правильная подготовка его. Выбранный участок засевается обязательно каждый год одной какой-либо культурой, полагающейся по плодосмену. Все работы по обработке почвы, уходу за культурой, уборке ее и т. д. производятся в пределах каждой площадки сравнения возможно однообразнее. Особенно надо следить за однообразием всех операций п о п е р е к будущих делянок опыта.

В литературе по опытному делу довольно часто приходится встречать отрицательное отношение к „уравнительным посевам". Указывается, что при этом якобы никакого уравнения не происходит. Это мнение стоит в резком противоречии с практикой опытных станций, и в частности, сортоводных станций Главсахара. Особенно быстро происходит выравнивание если почва „заправляется" хорошей дозой навозного и минерального удобрения. Эту заправку нужно, конечно, производить не непосредственно перед опытом, а за несколько лет до него.

Особенно важна заблаговременная подготовка опытного участка в поливном хозяйстве. Дело в том, что распределение воды при поливе здесь является главным фактором, определяющим пестроту плодородия поля. Если мы получаем под опыт участок из под хозяйственных посевов, где небрежно производилось орошение, то как бы тщательно ни проводили мы полив опыта, мы получим чрезвычайно пестрые данные, так как, вследствие неравномерного проведения поливов в прежние годы, мы имеем обычно настолько пестрый почвенный покров, что за один год его нельзя исправить. Только, занимая участок в течение ряда лет однообразной культурой и проводя тщательный полив, мы достигаем за 2—3 года хорошего выравнивания участка.

Вода в поливном хозяйстве играет настолько крупную роль, что при подготовке участка под опыт основной операцией является п л а н и р о в а н и е участка. При помощи конной или тракторной лопаты почва сдирается с бугров и стягивается в пониженные места. Даже этот варварский прием дает более выравненные урожаи делянок, нежели при неравномерном распределении влаги. За планировкой обычно следует „заправка" почвы навозным и минеральным удобрением, и через 2 — 3 года уравнивающей культуры участок готов для постановки опыта.

Принципы агротехники в опыте

Мы указывали уже во введении, что для того, чтобы опыт был агротехнически репрезентативным, необходимо, чтобы общий уровень агротехники соответствовал уровню того перспективного периода, для которого мы ведем сортоиспытание. Что касается отдельных приемов культуры, то в выборе их мы считаем себя свободными.

Это последнее обстоятельство имеет большое практическое значение. Дело в том, что агротехника в опыте не только является одним из средств достижения высокого урожая, типичного для перспективного периода. Применяя любой агротехнический прием, мы должны оценить его не только с точки зрения его агротехнической целесообразности, но и с точки зрения его влияния на сравнимость результатов опыта. Разрабатывая технику любого приема, мы всегда должны взвесить, не нарушает ли данный прием методической репрезентативности опыта, вызывая односторонние ошибки, и не нарушает ли он статистической репрезентативности опыта, вызывая случайные ошибки. Подходя с этой точки зрения к приемам агротехники, мы имеем по существу довольно узкий выбор их.

В настоящей статье мы не задаемся целью стандартизировать технику сортоиспытания. Мы просмотрим лишь главнейшие работы по культу-

ре сахарной свеклы и оценим некоторые приемы с точки зрения их методической выдержанности.

1. Чтобы добиться хорошей *вспашки* под опыты, следует, прежде всего, правильно установить ширину загона, с таким расчетом, чтобы разъемные борозды и свалы попали на дорожки участков будущего опыта. Затем надо на поле в натуре провесить средины загонов. Каждый сколько-нибудь опытный тракторист легко проведет по вешкам первую линию свала в средине загона, а за ней аккуратно вспашет и весь загон. Предпочтительно пользоваться плугами с автоматами. В противном случае приходится иметь очень большие обсевы по концам полос. Вспашка ведется обязательно поперек будущих делянок. При посеве сравнительного испытания потомств ширина загона расчитывается таким образом, чтобы в половине ширины загона поместились 1—4 полос делянок. При испытании марок половина ширины загона обычно делается равной длине делянки + ширина дорожки. Чтобы иметь возможность правильно расположить опыт на поле, необходимо перед вспашкой произвести полную разбивку поля на загоны, а не вести разбивки по мере проведения вспашки.

Roemer[1] ставит под вопрос целесообразность применения плуга при обработке под опытные посевы и, ссылаясь на свой опыт в Halle, рекомендует обработку под опыт производить фрезой. Мы никоим образом не можем поддержать этого предложения до тех пор, пока обработка фрезой не будет перспективным фоном культуры сахарной свеклы. С целью выравненности условий для всех сравниваемых сортов мы можем и должны отступать от современной и перспективной агротехники. Однако совершенно нет смысла, ради выравненности условий, применять целую новую систему обработки, тем более, что и при тщательно проведенной плужной вспашке мы достигаем столь же выравненных условий „поперек делянок", как и при обработке фрезой. Некоторые же колебания условий по длине делянки, общие для всех сортов, не нарушают их сравнимости.

Гораздо большего внимания заслуживает балансирный плуг как конный, так и тракторный. На основании своего опыта мы можем утверждать, что конный балансирный плуг дает несравненно более ровную вспашку, нежели простой. Главнейшим преимуществом балансирного плуга, кроме отсутствия разъемных борозд, является приспособление для изменения его захвата на-ходу. Это позволяет выправить зигзаги в направлении борозд, получающихся вследствие неодинакового сопротивления почвы в разных частях поля. Оборотный тракторный плуг дает то же качество вспашки, как и простой, и его проимущество сводится к отсутствию разъемных борозд. Последние особенно неудобны при ручных посевах, подготовну под которые предпочтительно делать балансирным или оборотным плугом.

Весенняя обработка под свеклу обычно состоит из боронования и культивации. Раннее боронование опытного поля следует проводить в один-два следа поперек вспашки, т. е. вдоль будущих делянок.

Точно также следует провести мелкую культивацию вдоль делянок, если ее необходимо сделать по состоянию поля. За мелкой культивацией вдоль делянок обязательно должна следовать вторая — более глубокая — поперек делянок, проводимая трактором. За культивацией следует боронование в 2—3 следа, при чем последнее боронование обязательно должно итти поперек будущих делянок, т. е. вдоль полос.

Как культивация, так и боронование обязательно ведется загонами. Надо принять за правило стремиться проводить всю предпосевную обработку вдоль полос, т. е. поперек будущих делянок. Только в том случае, если работая в этом направлении, нельзя привести поля в должное состояние, следует вести обработку вдоль делянок, тотчас же нивелируя ее влияние обработкой в перпендикулярном направлении.

---

[1] Roemer — Der Feldversuch. Berlin, 1930.

2. *Посев.* При ограниченном количестве семян при испытании потомств обычно приходится прибегать к ручному посеву. Мы говорим „приходится" потому, что, по единогласному утверждению всех селекционеров, ручной посев даже при самом тщательном выполнении уступает машинному по полноте насаждения и ровности растений. Само собою разумеется, что ручной посев и менее типичен нежели машинный и никоим образом не может быть назван перспективным приемом посева свеклы. Однако, поскольку ручной посев неизбежен при недостатке семян, мы остановимся на его технике с точки зрения ее усовершенствования.

При оценке ручного посева часто имеет место некоторая путаница в том смысле, что смешивается влияние техники посева и густоты его. При более густых посевах удается получить хорошее стояние. Так, в сравнительном сортоиспытании в Halle [1] клали по 35 — 40 клубочков в лунку и получили за 7 лет описанных опытов среднюю изреженность 1 — 2%. Более ровного стояния не всегда удается достигнуть и при машинном посеве. Но если семян так много, что их можно высевать по 40 клубочков в лунку, то можно свободно сеять сеялкой. Для нас интересен ручной посев главным образом при недостатке семян, когда приходится класть 3 — 7 клубочков в гнездо. Чтобы при этом создать для плантации условия, возможно близкие к условиям машинного посева, приходится применять ряд приемов, обеспечивающих возможную полноту насаждения.

Прежде всего при посеве надо принять меры к тому, чтобы положенные в лунку семена плотно прилегали к почве. Это достигается поверхностным уплотнением гнезда при помощи посевного „макогона". Недостатком этого приема является то обстоятельство, что поверхность почвы как раз над семенами уплотнена и вдавлена так, что даже при небольшом дожде здесь образуется корка. Автор этих строк при ручных посевах опийного мака широко применял следующий прием. При посеве семян в лунке никакого уплотнения не производилось, но как только заканчивался посев рядка, его прикатывали каточком с вогнутой поверхностью (сеялка Планет). В результате семена хорошо прижимались к почве, но поверхность почвы над ними была выпуклой и не затрудняла появления всходов. Даже в том случае, если вследствие сильного дождя и образовывалась корка, то она растрескивалась посредине выпуклости и легко пропускала всходы.

Другой аналогичный прием состоит в присыпке лунок каким либо материалом, предохраняющим почву от образования корки. Автор применял перепревший навоз, песок, перегной и всегда с хорошим успехом. В частности, в 1934 г. на Грибовской селекционной станции (филиал селекции ВНИИОХ), селекционер С. И. Агапов применил на тяжелой глинистой почве ручной посев столовой свеклы, моркови с присыпкой лунок перегноем. Результаты превзошли ожидания. Несмотря на малую густоту посева (5 — 7 клубочков в гнездо) изреженность редко доходила до 5%.

Следующим приемом, обеспечивающим хорошее стояние при ручном посеве, является тщательный уход за посевами, в частности, рыхление лунок после дождей, облегчающее появление всходов. От этого приема никоим образом не приходится отказываться, так как без него нет возможности получения сколько-нибудь хороших всходов.

Мы довольно подробно остановились на технике ручного посева, чтобы показать, как одно нетипичное условие — малое количество семян — вызывает целый ряд нетипичных приемов культуры: ручной посев, прикатывание рядков, присыпка лунок, и как все эти нетипичные приемы направлены на создание типичного состояния свекловичной плантации и достижения сравнимых данных по сортам.

В тех случаях, когда имеется достаточное количество семян, ручной посев применяется сравнительно редко. Он целесообразен здесь только в том случае, если исследователь стеснен площадью и не хочет или не мо-

[1] Roemer.—Zuckerrübenbau, XV, 103 — 108, 1933.

жет терять ее на большие дорожки между лентами, неизбежные при посеве сеялкой. Особенно невыгодны широкие дорожки при малых коротких делянках, которые, как правило, целесообразно засевать ручным посевом.

Более крупные делянки при достаточном количестве семян всегда следует предпочесть засевать сеялкой — ручной, конной или тракторной.

Ручная сеялка практически почти не применяется при сравнительных испытаниях сахарной свеклы, тогда как она могла бы получить здесь широкое применение при посеве 3—4 рядных делянок для испытания потомств. Можно с уверенностью сказать — что если бы станции имели в своем распоряжехорошие ручные сеялки, посев сравнительных испытаний производился бы с меньшей затратой труда и был бы равномерней, нежели ручной. К несчастью, в настоящее время не существует ни одной удобной для этой цели сеялки. Хорошо работает огородная сеялка Планет. Она дает ровный высев, хорошо регулируется на глубину высева и имеет сзади вогнутый каточек, оставляющий рядок в очень хорошем состоянии. Однако сеялка эта очень неудобна для очистки, а потому и не применяется. Целесообразно эту сеялку переконструировать, сделав к ней выбрасывающий аппарат системы Гузиера и приспособить для легкой очистки.

По сравнению с конной ручная сеялка имеет то премущество, что требует для поворота более узкие дорожки. При посеве сравнительных испытаний потомств однорядковыми делянками очень удобна метровая сеялка на одну лошадь. Автор этих строк неоднократно делал для таких сеялок передки и приспосабливал для посева двух однорядковых делянок. За сошниками такой сеялки следует приспособить тяжелые каточки в 8—10 см шириною с вогнутой поверхностью. Эти каточки надо, собственно говоря, рассматривать, как непременную принадлежность каждой свекловичной сеялки.

При сравнительном испытании марок 3—4—6 рядными делянками применимы более крупные сеялки. Тракторные сеялки практически не применяются при сравнительном сортоиспытании свеклы.

В опыт входит обычно довольно большое число сортов и применение крупных делянок крайне загромоздило бы его. Между тем тракторная сеялка имеет смысл только при засеве крупных делянок, так как только при них возможно иметь столь широкие дорожки, которые нужны для поворота.

3. *Густота стояния.* Что касается величины междурядий и междугнездий при сравнительных испытаниях сахарной свеклы, то мы совершенно не видим оснований к тому, чтобы они отличались от таковых в практическом хозяйстве. Не мало ставилось опытов с площадями питания сахарной свеклы как „вобще", так и в сортовом разрезе. Все эти опыты показали, что сорта сахарной свеклы по разному реагируют на изменение площадей питания, и что сорта урожайного направления имеют оптимум при больших площадях питания, нежели сорта сахаристого направления. Однако, все эти опыты показали, что оптимум густоты стояния у всех сортов лежит на гораздо большем загущении, нежели это возможно по соображениям техники междурядной обработки.

Как пример, приведем данные Волтатиса (1930 г.)

Таблица 3

Урожай с единицы площади

Год опыта	Марка	Прорывка на (в см):					
		8,9	17,8	22,2	26,7	35,5	53,3
1927 г.	Ивановка сахаристая	62,6	55,0	51,4	48,2	45,6	32,3
	Люлинецкая урожайная	80,8	59,2	53,1	52,5	49,0	36,0
1928 г.	Ильинецкая сахаристая	39,7	32,4	30,1	28,7	28,1	18,7
	В.-Подолянская урожайная	46,7	33,9	34,6	32,5	30,3	23,1

Оба опыта велись при междурядиях в 35,5 см.

Как видим, наивысший урожай по обоим сортам и в оба года опытов получился при междугнездии в 8, 9 см. Поскольку в кривой еще и не наблюдается перегиба, при дальнейшем загущении следует ожидать еще большего повышения урожайности. Между тем, в практическом свеклосеянии рекомендуются в настоящее время более широкие междурядия, нежели были в опыте (45 см) и прорывка ведется не на 8,9, а на 20 см. С точки зрения возможности механизировать уход за посевом это увеличение площади питания вполне целесообразно, хотя при этом мы и теряем от 10 до 20% урожая сахара.

До тех пор, пока мы не будем иметь вполне определенных перспектив перевести промышленное свеклосеяние на более загущенное стояние, мы не имеем никаких оснований отступать от применяемой в практическом хозяйстве густоты стояния и в сравнительных посевах. К этому следует прибавить, что в смысле удобства постановки опыта, применяющаяся в производстве густота стояния вполне приемлемая.

С другой стороны, как приведенные данные Волтатиса, так и другие данные опытов с густотой стояния в сортовом разрезе единогласно говорят нам, что урожаи сортов отличаются сильнее всего при оптимально загущенном стоянии. При более высоких площадях питания урожаи разных сортов изменяются приблизительно параллельно. Это обстоятельство открывает перед нами возможность изменять довольно широко площадь питания в сравнительных испытаниях, исходя из технического удобства тех или иных методов постановки опыта. Так, мы можем ставить опыты однорядковыми делянками с расширенными междурядьями, чтобы избежать одностороннего влияния друг на друга сортов. Можем также применять двурядковые делянки по Rümker'y (1913) с более узкими междурядиями в строке и более широкими между строками.

4. *Уход за посевом*. Особенности ухода за посевом при постановке сравнительных сортоиспытаний сводятся к тому, что мы должны организовать уход так, чтобы не нарушить сравнимости сортов и поддерживать поле в состоянии перспективного фона для культуры сахарной свеклы. При междурядиях в 45 см рыхление и полку междурядий можно с полным правом перевести на конную тягу. Применение трактора нельзя рекомендовать. Дело в том, что междурядную обработку всегда приходится вести вдоль делянок. Захват прицепных к трактору орудий обычно шире делянки. В связи с этим при применении тракторной обработки мы будем иметь делянки, по которым прошел трактор и произвел известное уплотнение почвы и делянки, по которым трактор не проходил, а прошли лишь прицепные орудия. В конечном результате нарушается сравнимость вариантов. Наилучшим орудием для междурядной обработки сравнительных посевов является та сеялка, которой производился их посев.

Вместо сошников к поводкам сеялки прикрепляются полольные ножи. Сеялка ведется по тем колеям, которые остались при посеве. Пользуясь такой сеялкой можно начать рыхление и полку междурядий еще до появления всходов. Полка и рыхление в рядке проводится, как и в хозяйственных условиях.

Как категорическое требование к уходу за посевом при сравнительных испытаниях мы выдвигаем требование абсолютной чистоты поля от сорной растительности. В ближайшем будущем мы будем иметь чистые от сорняков поля, вследствие систематически проведенных мероприятий по борьбе с сорной растительностью в разрезе севооборота. В настоящее время, пока поля еще не очищены от сорняков, мы должны добиваться того же перспективного фона усиленной полкой как конной, так и ручной. По поводу этого требования часто приходится слышать возражения в том духе, что столь тщательная полка не применяется в хозяйстве и что, работая на таком фоне, мы рискуем вывести изнеженные, непригодные для хозяйства сорта. Это возражение по сути своей реакционно. Тот, кто делает его, не

верит в прогресс сельского хозяйства, не верит в победу над сорняками. Затем, до сего времени мы не имеем и едва ли когда нибудь будем иметь *сорняко-устойчивые* сорта сахарной свеклы. Между тем сорняки вместе с изреженностью посева являются как раз сильнейшим фактором снижения точности опыта.

При конной полке сравнительных посевов надо обратить очень серьезное внимание на выбор лошадей и соответствующую их упряжку.

5. Остается сказать еще несколько слов о *сроках выполнения агротехнических* работ на опытном участке.

В курсах по методике опытного дела обычно трафаретно указывается, что все работы по обработке и уходу за растениями в полевом опыте должны производиться на всем опытном участке, по возможности, одновременно, а лучше всего заканчиваться в один день. Рядом с этим выставляется другое требование, а именно, чтобы все работы производились, по возможности, одним и тем-же орудием и рабочим.

Совершенно очевидно, что одновременное выполнение этих обоих требований возможно лишь при очень небольшом размере опытных участков. Между тем сортоиспытания сахарной свеклы занимают обычно участок в несколько гектар.

К счастью, одновременного выполнения обоих перечисленных условий не нужно. Нам необходимо добиться возможного выравнивания условий внутри каждого отдельного повторения. Условия же разных повторений могут довольно сильно отличаться друг од друга. В виду этого при обработке почвы и уходе за растениями нам приходится заботиться не о выравнивании условий во всем опыте, а лишь о таковом для каждого отдельного повторения. Однако, даже в пределах повторения для нас неважно изменение условий, общих для всех сортов, а лишь таких условий, которые нарушают их сравнимость в пределах отдельных повторений.

Поясним сказанное примером. Пусть у нас поставлено сортоиспытание 50 сортов в 12 повторениях. Пусть опыт расположен в 4 полосы по 3 повторения в каждой, как показывает нижеследующий рисунок.

I	II	III
IV	V	VI
VII	VIII	IX
X	XI	XII

Производя вспашку под опыт, мы ведем ее вдоль полос и поперек будущих делянок. Пусть мы пашем одновременно первую и вторую полосу с таким расчетом, чтобы разъемная борозда легла на дорожку между ними.

Допустим, что мы вспахали половину каждой полосы, а затем вследствие дождей сделали перерыв в пахоте на неделю. Отзовется-ли это на сравнимости сортов? Конечно, нет, ибо в первых шести повторениях одинаковая часть делянок всех сортов будет лежать на ранней и одинаковая часть на более поздней вспашке, т. е. в пределах каждого повторения теоретически условия для делянок всех сортов будуть одинаковы. Практически, конечно, это равенство может и не осуществиться, но уже от других причин, не имеющих ничего общего с принятым порядком в обработке почвы. Сравнимость условий не будет нарушена и в том случае, если мы вспашем остальные 6 повторений хотя-бы через месяц после первых.

Теперь допустим, что мы начали конную полку нашего опыта, проходя через все четыре ленты вдоль делянок и в этой полке у нас получился перерыв после того, как была прополота часть сортов в опыте. В этом случае мы определенно нарушим сравнимость сортов и получим одностороннюю ошибку опыта. Чтобы предотвратить возможность такой ошибки нам надо так расчитать работу, чтобы ежедневно заканчивать одно или несколько повторений. Если опыт занимает большую площадь, а у нас работает только один полольный прибор, то целесообразно вести работу по повторениям, поворачиваясь на дорожках между лентами, или захватить при полке только две ленты. Хотя при этом мы и снизим производительность работы, но обезпечим сравнимость сортов при различных сочетаниях случайных обстоятельств.

При уходе за растениями в сравнительных посевах очень часто имеет место следующая ошибка. Желая закончить работу на опыте в возможно короткий срок, на нее бросают разом большое количество рабочих. Среди них имеются рабочие разной квалификации. В результате работа на площади каждого отдельного повторения будет неоднородна. В рядках одного сорта будет сделано более глубокое и тщательное рыхление, а в рядках другого—работница разрыхлит почву лишь поверхностно. В виду этого работу по уходу за свеклой в опыте необходимо проводить сравнительно небольшой бригадой хорошо подобраных рабочих с одинаковыми сапками и т. д. Целесообразно также при переходе с одного повторения на другое менять порядок в расстановке рабочих.

Залесский[1] подробно описывает технику смены рабочих при посеве „серий" сравнительных испытаний. Как увидим ниже, посев сериями, в смысле Залесского, не выдержывает критики с методической точки зрения, но проводимый им принцип уравнивания технических условий для всех сортов опыта заслуживает полного внимания. Принцип этот следует неуклонно проводить, как при почве и уходе за растением так и в борьбе с вредителями и т.д.

Постановка опыта

1. *Методика* опыта может быть разложена на ряд элементов, которые мы будем называть *элементами методики опыта.*

Мы различаем следующие элементы:

1. Величина делянки.
2. Форма делянки.
3. Повторность.
4. Порядок расположения делянок вариантов в пределах повторения.
5. Порядок расположения повторений и в связи с 4 взаимное расположение сравниваемых и параллельных делянок на участке, занимаемом опытом.

В курсах опытного дела обычно рассматривается отдельно каждый из перечисленных элементов и выявляется влияние его на точность опыта без повторности. Затем указывается, что при повторности ошибка опыта уменьшается в $\sqrt{n}$ раз. На этом ставится точка.

Такой подход к рассмотрению методики опыта свойственен почти всем авторам, трактующим этот вопрос. Даже Лобашев и Лукьянов[2], претендующие на диалектическую трактовку методики полевого опыта, следуют и по форме и по существу той-же системе. Этот подход к исследованию методики опыта в принципе неправилен. Единая система мероприятий искусственно разбивается на искусственные части, и каждая часть изучается отдельно.

---

[1] Залесский.—Техника селекции сахарной свекловицы. Изд. ССУ. Киев, 1922.

[2] Лобашев и Лукьянов—Вопросы постановки полевого опыта в условиях с.-х. производства. Социалистическая реконструкция сельского хозяйства 1933—1934 г.

Между тем, каждый элемент методики не может существовать отдельно и может видоизменяться только в связи с видоизменениями или всех или по крайней мере некоторых из остальных элементов.

Изолированное изучение элементов методики приводило нередко к совершенно ошибочному и ложному построению методов полевого опыта. Как пример можно привести методы Zade (1922) и Эгиза (1925)[1], которые в момент их опубликования явились как раз тем, до чего дошла коллективная мысль агрономов-опытников, изолированно трактующих элементы методики.

Другой причиной многочисленных неправильных установок в методике полевого опыта до сего времени являлась и является слабая математическая подготовка агрономов-опытников. Точность опыта, поскольку она связана с случайными ошибками, определяется путем вычисления квадратической ошибки. Вычисленная по данным опыта ошибка далеко не всегда совпадает с фактической. При неправильных методах вычисления величина вычисленной ошибки получается иногда значительно меньше или больше, нежели фактическая. Это, конечно, приносит большой вред при пользовании данными опыта для практических целей. Еще больший вред получается, если на основании вычисленной величины квадратической ошибки оценивается методика опыта.

Наконец, обычно при изолированном изучении элементов методики эти элементы трактовались, главным образом, с точки зрения статистической репрезентативности опыта. Между тем все элементы методики связаны с его экологической, агротехнической и методической репрезентативностью.

Чтобы избежать ошибок прежних исследователей, мы попытаемся при рассмотрении элементов методики опыта исследовать их видоизменения, во-первых, в связи со всем комплексом требований, предъявляемых к опыту и, во вторых, в связи с другими элементами методики.

Становясь на этот путь, мы обрекаем себя на изложение со многими пробелами. Дело в том, что в мировой литературе по опытному делу мы находим почти исчерпывающе полный материал по изолированному изучению влияния элементов методики на точность опыта без повторностей. В то же время мы почти не встречаем в литературе трактовки методики как комплекса мероприятий и даже материалы для такой трактовки очень ограничены.

Само собой разумеется, что автор своими силами не мог пополнить всех пробелов в необходимых данных. Здесь остается широкое поле для исследований. Это обстоятельство не останавливает нас от нового подхода к трактовке методики опыта, ибо даже при неполных данных он дает более полное и единственно правильное о ней представление.

2. В виду того, что при рассмотрении элементов методики нам придется все время связывать их между собою, нам необходимо первоначально дать классификацию всех элементов.

1) *Величина делянки* опыта может колебаться от частей квадратного метра до нескольких гектар. Величина делянки в значительной мере определяет характер и направление опыта.

В применении к сортоиспытаниям сахарной свеклы мы будем различать:

а) *микро-опыты* при испытании потомств с ограниченным количеством семян и

б) *макро-опыты* при испытании „марок“, где размер делянок определяет ряд соображений методического характера, и количество необходимых для посева семян играет в этих соображениях последнюю роль.

2) *Форма делянки* колеблется от квадратной до узкой продолговатой, крайней формой которой является делянка *однорядковая*.

---

[1] Эгиз.—Корреляционный метод в полевом опыте. Труды Детскосельской акклиматазиционной станции. 1925 г.

3) *Повторность.* Прежде всего надо различать „повторение в опыте" и „повторение опыта". Мы говорим о „повторении в опыте", если набор делянок-вариантов его высевается несколько раз на отдельных частях участка. Каждую такую часть мы назвали площадкой сравнения. Если все сорта высеваются в одинаковой повторности, то на каждой площадке сравнения мы имеем набор делянок всех сортов опыта. Если сорта высеваются в разной повторности, то на разных площадках сравнения мы имеем разное число делянок или при одинаковом числе делянок частично отличающиеся наборы сортов.

Под термином — „повторение опыта" мы разумеем высев всего опыта с повторностями на новом участке при других условиях, т. е. на другом фоне. Здесь мы имеем *множественный* или *сложный* опыт. Рассмотрение методики и трактовки результатов таких опытов не входит в задачи этой работы.

4) *Взаимное расположение повторений.* Мы различаем:

а) сплошное расположение,

б) разбросанное.

При сплошном расположении все площадки сравнения расположены на одном участке, соприкасаясь непосредственно друг с другом. По типу взаимного положения мы различаем:

а) боковое расположение, когда все повторности расположены в одну полосу, соприкасаясь длинными сторонами делянок (таблица 1).

б) расположение в n полос, когда каждое повторение расположено в отдельной полосе (таблица 2).

Боковое расположение повторений

I	II	III	IV	V
1, 2, 3 . . . m	1, 2, 3 . . . m	1, 2, 3 . . . m	1, 2, 3 . . . m	1, 2, 3 . . . m

Расположение в n полос

I
1, 2, 3 . . . . . m
II
$^2/_5\,m$ ($^2/_5\,m + 1$) . . . 1,2 . . . ($^2/_5\,m - 1$)
III
$^4/_5\,m$ ($^4/_5\,m + 1$) . . . 1,2 . . . ($^4/_5\,m - 1$)
IV
$^1/_5\,m$ ($^1/_5\,m + 1$) . . . 1,2 . . . ($^1/_5\,m - 1$)
V
$^3/_5\,m$ ($^3/_5\,m + 1$) . . . 1,2 . . . ($^3/_5\,m - 1$)

Кроме того, возможны разнобразные комбинации из этих двух основных расположений.

При разбросанном расположении повторений каждая площадка сравнения располагается на отдельном участке. Часто применяется комбинирование сплошного и разбросанного расположения, когда повторения разбрасываются парами или тройками.

5) *Расположение делянок сортов в повторении* может быть:
а) одинаковое во всех повторениях,
б) меняющееся по определенной системе — систематическое,
в) рандомизированное — порядок сортов в каждом повторении определяется жребием.

После этой предварительной классификации мы можем перейти к более детальному рассмотрению роли каждого элемента методики и их комбинаций в определении комплексной репрезентативности опыта.

Величина и форма делянки

1. При ограниченном количестве семян, а тем самым и ограниченной площади под каждым испытываемым сортом мы можем достигнуть наивысшей экологической и статистической репрезентативности опыта, поставив его на малых делянках в большем числе повторений. Вполне достижима при этом и агротехническая репрезентативность. Собственно говоря, чем меньше возьмем мы делянку и чем большую повторность, тем экологически и статистически более репрезентативен будет опыт. Границу снижения размера делянки кладет, с одной стороны, техническая невозможность работать при очень большом числе повторений, а, с другой стороны, те односторонние ошибки, которые возникают при малой делянке. Наиболее важными из последних являются „влияние соседей" и „влияние края". Наиболее свободными от этих влияний являются квадратные делянки. Так, при квадратной делянке в 25 растений (5×5) мы имеем $^{16}/_{25} = 64\%$ краевых растений, на которые может распространиться влияние края или влияние соседей. С увеличением делянки процент этот снижается, как показывают следующие данные:

Размер делянки	5×5	6×6	7×7	8×8	9×9	10×10	11×11	12×12	13×13	14×14	15×15	16×16
Процент краевых растений . .	64	56	49	44	40	36	33	30	28	26	25	23

Вообще, $x = 100\,\frac{4(K-1)}{K^2}$, где: x — искомый процент краевых растений, а K — число растений по стороне делянки. Как видим, с увеличением размера квадратной делянки процент краевых сначала быстро снижается, а затем снижение идет довольно медленно. В частности, при делянке 25×25, применяемой при селекции, $x = \frac{96}{625} = 15{,}3\%$. Если мы примем, что вследствие неодинаковой реакции на увеличение площади питания или под влиянием соседей краевые растения могут увеличиться или уменьшиться в весе на 5% и все краевые растения изменятся в одном направлении, то максимальная односторонняя ошибка на делянке 10×10 выразится в 1,8%. Наиболее же вероятная ошибка будет 0,9%. Квадратную делянку в 100 растений мы и можем принять как минимальную при испытании потомств различных направлений. Принимая же во внимание технические неудобства квадратной делянки, мы можем остановиться на 4-рядной делянке в 120 корней, которая довольно широко применяется в настоящее время и может дать несколько большую одностороннюю ошибку, нежели делянка 10×10. Если мы испытываем потомства одного направления, то можно пользоваться при остром недостатке семян квадратными делянками 5×5—7×7. Если же семян достаточно, то с технической стороны наиболее удобна однорядная делянка. При этом принимается, конечно, что односторонняя ошибка от влияния соседей или увеличенной площади питания не мо-

жет быть велика. Мы рекомендуем при испытании сортов сахарной свеклы на однорядных делянках делать междурядья в 60 см, что и является шириною делянки. Что касается длины однорядной делянки, то минимум ее определяется техникой посева. Если мы сеем ручной сеялкой, то вполне возможно брать делянку в 10 метров длиною. При прорывке на 20 см это дает 50 растений на делянку. При посеве одноконной сеялкой невыгодно сеять делянки короче 20 метров, ибо в противном случае будет очень большой процент дорожек.

Если общая площадь, занимаемая сортом в опыте, невелика, то независимо от величины делянки в результаты опыта может легко включиться более или менее крупная односторонняя ошибка. Мы указывали уже выше на ту крупную одностороннюю ошибку, которая может возникнуть от неодинакового отбора разными работниками, оставляемых при прорывке растений. Эта ошибка при больших делянках мало вероятна, ибо каждую делянку прорывает большое число рабочих. При малых же делянках эта ошибка более вероятна.

Точно также при больших многорядных делянках некоторое влияние сеялки и увеличение или уменьшение междурядия между соседними делянками очень мало повлияет на результат опыта. Между тем, при однорядной делянке эти технические пробелы уже могут исказить результаты опыта.

При ограниченном количестве семян мы вынуждены ставить опыты с потомствами на ограниченных площадях и тем самым подвергать их результаты угрозе крупных односторонних ошибок. Единственным путем, которым мы можем избежать этих ошибок или снизить их и сделать более редкими, является тщательное техническое проведение опыта. Качеству работ на испытании потомств сахарной свеклы должно уделяться, пожалуй, наибольшее внимание во всей системе селекционных работ с сахарной свеклой.

2. Переходя к коллективному сортоиспытанию марок, мы и здесь можем отметить, что при малых делянках в большой повторности мы имеем возможность достигнуть более высокой экологической, статистической да и агротехнической репрезентативности опыта, нежели при больших делянках и малой повторности. Однако, здесь нам вовсе нет необходимости подвергать результаты опыта риску односторонней ошибки и мучиться со скрупулезной техникой на малых делянках. Мы имеем здесь полную возможность увеличить площадь, занимаемую каждым вариантом, и тем уменьшить размер относительной ошибки техники.

Последнее время некоторые опытники высказывали мысль, что в направлении увеличения площади делянки и сокращения повторности надо итти возможно дальше, доводя делянку до нескольких га и повторность до двукратной и даже ставить опыты без повторности. Мы абсолютно не согласны с этой мыслью. Советовать селекционеру испытывать сорта на делянках в несколько га, приблизительно, равносильно тому, как предлагать контрольно-семенным станциям вести анализы не по малым пробам, а проращивать центнеры и тонны семян. Теория выборочного метода вполне убедительно показывает, что репрезентативность выборки очень мало зависит от ее величины, а, главным образом, от способов ее взятия. Бригада ЦУНХУ[1] приводит пример, что массив в 25 000 га одинаково хорошо характеризуется выборкой в 0,156 га из 1560 площадок по 1 кв. метру и выборкой в 345 га из 345 участков по 1 гектару. Между тем, увеличение площади под каждым вариантом опыта, а следовательно и общей площади под опытом приводит ко многим затруднениям. В опыте возникает ряд односторонних ошибок вследствие неодновременного и неравномерного проведения работ в пределах отдельных повторений. Поэтому, в то время как для испытания потомств нам надо было установить *минимальный*

[1] Статистика. 1934 г.

размер делянки, здесь приходится говорить о *максимальном* ее размере. Чтобы вплотную подойти к этому вопросу, мы должны будем разобраться в значении величины и формы делянок для статистической репрезентативности опыта. Иными словами, мы должны установить связь между величиной и формой делянки и величиной случайной ошибки опыта.

3. Вопросу о значении величины делянки для точности опыта посвящена обширная литература. Если бы мы задались целью ее перечислить, то список наш достиг бы 300 — 400 названий. К несчастью, из этой громадной литературы мы можем использовать для нашей цели в большинстве случаев лишь сырой материал дробных учетов. Дело в том, что все авторы, словно сговорясь, применяют совершенно неправильный метод обработки исходных данных. Сущность этого метода заключается в следующем. Пусть мы имеем дробный учет хотя бы 200 делянок. Высчитав квадратичное отклонение ряда 200 дат и выразив его в проценте от средней, мы получаем показатель точности опыта без повторности при элементарной делянке дробного учета. Составляя делянки из 2, 4, 8, . . . и т. д. элементарных и вычисляя вариационные коэфициенты их урожаев, мы получаем показатели точности опыта для делянок разных размеров.

Так исчисляли зависимость между величиною делянки и точностью опыта почти все исследователи. Ошибка их заключается в следующем: если мы имеем 200 делянок и вычисляем вариационный коэфициент их урожаев, то тем самым ми исчисляем точность опыта без повторностей при элементарной делянке и при 200 вариантах опыта. Суммируя делянки по две и вычисляя вариационный коэфициент урожаев, мы получаем точность опыта при двойной делянке и 100 вариантах опыта. Суммируя делянки по 8 и вычисляя вариационный коэфициент урожаев, мы получаем точность опыта при восьмерной элементарной делянке и 25 вариантах опыта. Одним словом, при этом приеме обработки данных, точность опыта является функцией двух переменных: размера делянки и числа вариантов опыта.

Общее заключение всех иследователей таково: с увеличением размера делянки точность опыта увеличивается. Хотя это заключение и вошло в виде непреложной истины во все учебники по опытному делу, но, в связи со сделанным нами замечанием, мы ставим его под сомнение.

При применявшемся методе исследования нет возможности решить, отчего понижается ошибка опыта — от увеличения ли делянки или уменьшения числа вариантов.

Повышение точности опыта с уменьшением числа вариантов, очевидно, á priori. Делянка, занимающая $^1/_{200}$ участка, естественно, репрезентирует его менее точно, нежели делянка в $^1/_{100}$, $^1/_{25}$ . . . $^1/_2$ его.

В виду этого приходится поставить под вопрос положение о повышении точности опыта с увеличением размера делянки. Ответ на этот вопрос можно получить по данным дробных учетов, но путем другого метода исследования.

Положим, мы имеем тот же дробный учет 200 делянок. Разделим его на 40 участков по 5 делянок в каждом и для каждого участка вычислим рассеяние σ^2 урожаев. Взяв среднее рассеяние для всех 40 участков, получим показатель ошибочности опыта при элементарной делянке и 5 вариантах. Тепер суммируем по 2 делянки. Образуем из них 20 участков по 5 делянок и вычислим рассеяние σ^2 для каждого участка. Взяв среднее рассеяние всех 20 участков и разделив его на 2, получим показатель ошибки в пересчете на одну делянку при двойной делянке и также 5 вариантах опыта. С увеличением размера делянок здесь уменьшается число участков и среднее рассеяние вычисляется все по меньшему числу дат, но всякий раз меняется лишь величина и форма делянок, а число вариантов остается постоянным. Элиминируя, таким образом, влияние числа вариантов, мы имеем возможность выяснить влияние на точность опыта без повторности именно величины и формы делянки, а не того винегрета, который исследовали так много авторов.

Этот правильный подход к исследованию вопроса о величине и форме делянки мы встречаем впервые у Montgomery[1] (1911, 1912), затем у Юровского[2] (1913). Однако, эта сторона работ обоих авторов прошла, не возбудив внимания последующих исследователей. Даже позднее Лобашев и Лукьянов (1933—34), используя данные Юровского игнорируют правильный метод исследования и, став на неправильный путь, договариваются до „научно-доказанного" неограниченного повышения точности опыта при увеличении размера делянки, игнорируя ее форму.

4. Для суждения о значении величины и формы делянки мы располагаем в настоящее время, кроме работ Montgomery и Юровского, весьма ограниченными материалами, которые приводим ниже.

Immer[3] публикует результаты двух дробных учетов. Каждый из них состоял из 600 однорядных делянок сахарной свеклы около 5 м длины. Автор конструирует на этом учете ряд опытов с 5 вариантами и разной величиной и формой делянки. Результаты его двулетних исследований могут быть представлены в виде таблицы величин $100\frac{\sigma}{Q}$ (*a*) при учете целой делянки и (*b*) учете центральных рядков.

Таблица 4

Ширина делянок	Длина делянки							
	1		2		5		10	
	a	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*
1	9.34	—	7,25	—	5,58	—	4,57	—
2	7,06	—	5,64	—	4,54	—	3,79	—
3	5,95	9,85	4,76	7 76	3,89	6,11	3,12	5,30
4	5, 2	7,70	4,83	5,38	3,66	4,50	3,68	3,75
6	5,94	6,88	5,12	5,95	4,58	5,46	4,21	5,01
12	4,81	4,99	4,41	4,15	3,34	3,51	2,89	3,32

Kalamkar[4] (1933) исследует данные дробного учета картофеля, проведенного Kirk'ом. Было учтено 576 однорядных делянок около 6,7 метра длиною. Результаты исследования для 6 вариантов опыта дает нижеследующая таблица.

Таблица 5

Ширина делянки в рядках	Длина делянки							
	1		2		3		6	
	a	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*
1	8,76	—	6,85	—	5,97	—	4.39	—
2	7,17	—	6,63	—	6,17	—	5,36	—
3	8,51	11,03	7 72	9,22	7,22	8,40	6,76	7,39
4	7,15	8 25	6,18	7,26	5,54	6,68	5,11	5,85
5	8,09	8,64	7,42	7 93	6,42	6,88	6,14	6,19
8	12,96	13,34	12,34	12,77	11,77	1:,97	11,59	11,75
16	14,72	15,16	14,42	14,85	14,07	14,44	13,67	14,01

Justensen[5] (1933) приводит данные по обработке учета 600 однорядных делянок картофеля около 10 м длиною. Таблица дает результаты исследования для 5 вариантов опыта.

[1] Montgomery.—Nebrasca Agr. Sta. 2-tn An. Rep. 1911. US. Dept. Agr. Bul. 269, 1913.
[2] Юровский.—К методике полевого опыта. 1913.
[3] Immer.—Jonm. of Agr. Research. 1932—1933.
[4] Kalamkar.—Jour. Agr. Sci. 1933.
[5] Justensen.—Jour. Agr. Sci. 1933.

Таблица 6

Ширина делянки в рядках	Длина делянки							
	1		2		3		6	
	a	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*
1	10.08	—	8,21	—	7,32	—	6,36	—
2	8,17	—	6,93	—	6,39	—	5,76	—
3	9,02	10.84	8,03	9.22	7,57	8,40	7,06	7,62
4	7,31	8,91	6,38	7,78	5,75	7,01	4,91	5,94
5	7,92	9,23	7,01	7,72	6,45	6,86	5,83	6,08
6	7,92	8,73	7.82	7,93	6,86	7,57	6,33	6,81
10	9,44	10,57	8,63	9,64	8,20	9,20	7,80	8,67
20	8,64	9,37	8,08	8,83	7,69	8,50	7,37	8,11

Наконец, автором этих строк были проработаны данные дробного учета сахарной свеклы Рожественского (1911) и данные дробного учета Kirk'a (Kalamkar — 1933) как для разной величины и формы делянки, так и для разного числа вариантов.

Дробный учет Рожественского был сделан делянками 48 метров длиною и 2,84 шириною. Делянки расположены в 4 полосы. Характеристика дробного учета Kirk'a дана выше. В приводимых ниже таблицах даны средние рассеяния с пересчетом на элементарную делянку.

Таблица 7

Величины, рассеяния (σ^2) в зависимости от величины формы делянки и числа вариантов опыта в дробном учете сахарной свеклы Рожественского

Длина делянки	Ширина делянки	Число вариантов опыта										
		2	3	4	6	9	12	18	27	36	54	108
1	1	7,93	9,59	11,71	11,75	10,03	14,84	15,16	17,38	17,35	19,77	23,96
2	1	4,49	5,75	7,76	8,01	8,95	9,71	10,86	12,15	11,78	13,88	16,30
4	1	2,71	3,96	5,21	5,31	6,16	6,57	7,07	7,94	7,25	9,06	14,03
1	2	9,65	8,75	—	11,57	11,65	—	13,66	16,04	—	19,75	—
2	2	7,15	6.65	—	7,99	9,02	—	9,75	11,82	—	14,17	—
4	2	5,11	4,61	—	5,60	5,99	—	6,73	7,83	—	7,73	—
1	3	6,81	7,78	9,61	9,52	11,64	11,43	13,78	—	17,44	—	—
2	3	5,68	6,19	6,75	7,71	8,81	8,31	10,37	—	12,67	—	—
4	3	3,57	4,25	4,50	4,85	5,63	4,81	6,62	—	6,48	—	—
1	4	—	7,22	—	—	9,08	—	—	15,12	—	—	—
2	4	—	4,62	—	—	6,34	—	—	10,73	—	—	—
4	4	—	3,16	—	—	4,66	—	—	5,23	—	—	—
1	6	7,61	6,79	—	8,48	10,81	—	14,35	—	—	—	—
2	6	4,45	5,38	—	5,74	7,82	—	10,04	—	—	—	—
4	6	3,19	3,38	—	3,15	5,03	—	4,75	—	—	—	—
1	9	5.49	7.73	7,04	9,39	—	12,84	—	—	—	—	—
2	9	4,60	5,60	4,66	6,80	—	8,94	—	—	—	—	—
4	9	2,41	3,26	2,10	4,10	—	3,79	—	—	—	—	—
1	12	—	4,89	—	—	10,97	—	—	—	—	—	—
2	12	—	3,83	—	—	8,16	—	—	—	—	—	—
4	12	—	1,55	—	—	3,29	—	—	—	—	—	—

Таблица 8

Величины рассеяний (σ^2) в зависимости от величины и формы делянки и числа вариантов опыта в дробном учете картофеля

Длина	Ширина	Число вариантов опыта										
		2	3	4	6	8	12	16	24	32	48	96
1	1	3,52	3,82	3,94	4,15	4,29	5,06	5,77	5,49	7,00	11,57	15.35
2	1	2,21	2,29	2,54	2,54	2,83	3,37	4,14	3,79	5,29	9,73	13,41
3	1	1,61	1,72	2,00	1,93	2,23	2,75	3,28	3,01	4,19	8,38	12.13
6	1	0,83	0,88	1,11	1,47	1,96	2,50	2,14	2,39	3,36	7,43	10,83
1	2	2,39	2,55	2,65	3,45	4,17	3,82	5,36	9,99	—	13,71	—
2	2	1,61	1,52	1,83	2,38	3,17	2,75	4,29	8,79	—	12,12	—
3	2	1,39	1,20	1,53	2,06	2,59	2,27	3,47	7,72	—	11,44	—
6	2	0,83	0,68	1,07	1,55	2,15	1,74	3,03	7,16	—	10,52	—
1	3	1,83	—	2,79	—	3,11	—	9,37	—	13.05	—	—
2	3	1,17	—	2,08	—	2,40	—	8,52	—	12,12	—	—
3	3	0,92	—	1,83	—	1,98	—	7,53	—	11,21	—	—
6	3	0,56	—	1,50	—	1,62	—	7,13	—	10,46	—	—
1	4	1,60	2.53	3,27	2,77	—	9,14	—	12,77	—	—	—
2	4	1,14	1,77	2,65	2,07	—	8,31	—	11,85	—	—	—
3	4	0,90	1,53	2,09	1,66	—	7,31	—	10,96	—	—	—
6	4	0,78	1,32	1,95	1,11	—	7,03	—	10,32	—	—	—
1	6	2,36	—	2,40	—	—	—	12,51	—	—	—	—
2	6	1,94	—	2,01	—	—	—	11,89	—	—	—	—
3	6	1,83	—	1,70	—	—	—	11,09	—	—	—	—
6	6	1,68	—	1,52	—	—	—	10,51	—	—	—	—
1	8	3,31	2,27	4,05	9,09	—	—	—	—	—	—	—
2	8	2,81	1,73	3,53	8,46	—	—	—	—	—	—	—
3	8	2,24	1,40	2,81	7,50	—	—	—	—	—	—	—
6	8	2,14	1,18	2,71	7,27	—	—	—	—	—	—	—
1	12	1,25	—	8,92	—	—	—	—	—	—	—	—
2	12	1,08	—	8,59	—	—	—	—	—	—	—	—
3	12	0,72	—	7,57	—	—	—	—	—	—	—	—
6	12	0,54	—	7,42	—	—	—	—	—	—	—	—

5. Рассматривая данные приведенных таблиц, мы можем сделать из них следующие выводы:

а) При увеличении ширины делянки при постоянной ее длине ошибка опыта сначала падает, а затем снова увеличивается. Это явление особенно резко проявляется при большом числе вариантов опыта.

б) При увеличении площади делянки, сохраняя ее форму, т. е. при первоначальном отношении длины к ширине, ошибка опыта сначала снижается. При малом числе вариантов это снижение имеет место во всех приведенных таблицах. При большом числе вариантов увеличение размера делянки также в обоих последних таблицах снижает сначала ошибку опыта. При дальнейшем же увеличении размера делянки на пестром поле учета Kirk'a наблюдается снова увеличение ошибки опыта. На более выровненном поле посева Рожественского увеличения ошибки опыта не наблюдается.

в) Увеличивая размер делянки путем наращивания ее в длину, мы всюду наблюдаем уменьшение ошибки опыта. Это снижение проявляется сильнее при узких делянках и малом числе вариантов.

г) При учете лишь центральных рядков делянки мы получаем ошибку опыта большую, чем при учете всей делянки. Это увеличение ошибки тем сильнее, чем меньшая доля делянки входит в учет.

д) При учете центральной части делянки получается большая ошибка опыта, нежели при учете целой делянки, равной по площади учтеной центральной части.

е) Увеличение числа вариантов опыта при любой величине и форме делянки приводит к увеличению ошибки. На пестром поле Kirk'a это явление проявляется более интенсивно, а на более ровном Рожественского — слабее.

Таким образом, рассматривая влияние размера делянки на точность опыта без повторностей, мы можем говорить определенно о снижении ошибки лишь при наращивании делянки в длину, т. е. при изменении не только ее величины, но и формы.

Что касается размера снижения ошибки опыта при наращивании делянки в длину, то по совокупности приведенных данных, а равно и теоретических рассуждений, мы можем утверждать, что эффект наращивания ниже, нежели эффект повторности. В наших таблицах эффект наращивания колеблется от 21 до 75% эффекта повторности. Для грубых расчетов мы можем принять, что при увеличении длины делянки мы получаем снижение ошибки по формуле $\epsilon = \sigma/\sqrt[4]{n}$, тогда как при повторности в случайной выборке оно идет по равенству $\epsilon = \sigma/\sqrt{n}$.

6. Остается сказать несколько слов о величине, форме делянки и числе вариантов в связи с повторностью. Как видно из приведенных данных, при опыте без повторностей определенное преимущество имеет узкая длинная делянка. Это наше заключение совпадает с заключением всех авторов, изучающих значение формы делянки для точности опыта. Разногласия между авторами сводятся, по существу, лишь к степени этого влияния. Одни из них говорят, что форма делянки имеет сравнительно небольшое влияние на точность опыта, а другие, что большое. Более высокая точность опыта без повторности при узких и длинных делянках очевидна без доказательств. Просто геометрически совершенно ясно, что всякое неравенство плодородия поля в направлении поперек длины делянок сказывается на сравнимости узких и длинных делянок слабее, чем на сравнимости широких и коротких.

Совершенно очевидно также, что при разбросанном расположении повторений и в среднем при узкой и длинной делянке мы получим более точный опыт.

Несколько иная картина получается, если мы имеем сплошное расположение повторений. Если при этом происходит какое либо систематическое изменение плодородия, то совершенно неясно, как проявится форма делянки в повторности. Для того, чтобы разобраться ближе в этом вопросе, мы рассмотрим, прежде всего, следующий теоретический пример.

Пусть мы имеем дробный учет 625 квадратных делянок. Урожаи их получились равные числам, записанным в соответствующей клетке таблицы 9 (см. таблицу 9 на стр. 73)

Наложим на этот дробный учет опыт с 5 сортами в 5 повторениях, составив для этого 25 делянок, каждая из которых охватит 25 элементарных дробного учета. Составление делянок проведем двояко: а)наращивая в длину 25 делянок и б) 5 х 5. Таблицы 10 и 11 дают поделяночные урожаи 5 сортов при обоих формах делянок. Числа показывают урожай в пересчете на элементарную делянку.

Таблица 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	30	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49

Таблица 10

a	13
b	14
c	15
d	16
e	17
a	18
b	19
c	20
d	21
e	22
a	23
b	24
c	25
d	26
e	27
a	28
b	29
c	30
d	31
e	32
a	33
b	34
c	35
d	36
e	37

Таблица 11

a 5	*b* 10	*c* 15	*d* 20	*e* 25
c 10	*d* 15	*e* 20	*a* 25	*b* 30
e 15	*a* 20	*b* 25	*c* 30	*d* 35
b 20	*c* 25	*d* 30	*e* 35	*a* 40
d 25	*e* 30	*a* 35	*b* 40	*c* 45

Вычисляя рассеяние в пределах повторения для длинных и квадратных делянок, получаем для первых $\sigma^2 = 2{,}5$ и для вторых $\sigma^2 = 62{,}5$.

Как видим, в пределах повторения, т.е. в опыте без повторностей, удлиненная делянка дает значительно меньшее рассеяние.

Высчитав средние по сортам, получаем:

для удлиненных делянок $\bar{a} = 23$; $\bar{b} = 24$; $\bar{c} = 25$; $\bar{d} = 26$ и $\bar{e} = 27$,

для квадратных — $\bar{a} = 25$; $\bar{b} = 25$; $\bar{c} = 25$; $\bar{d} = 25$; $\bar{e} = 25$.

Как указывалось выше, мы имели дробный учет. Удлиненная делянка, давая небольшую ошибку в опыте без повторности, сохранила ту-же величину ошибки и для средних. Повторность здесь не дала ничего. Напротив, квадратная делянка, давая громадную ошибку в опыте без повторностей, дала ошибку средних, равную нулю.

Как видим, при повторности эффект удлиненной и квадратной делянки может быть совершенно иной, нежели в отдельном повторении.

Мы продемонстрировали это на искусственном примере, взятом для того, чтобы показать ход балансирования ошибок при систематическом изменении плодородия участка. Каждый опытник знает, что подобное изменение плодородия часто можно наблюдать на опытных участках. Нами были обработаны данные трех опытов, наложенных на дробный учет Шашкина на Вознесенской станции. В среднем, мы получили:

	$\mathcal{E}^2$	Δ^2
Квадратные делянки . .	86,5	132,6
Удлиненные	128,4	463,4

Как видим, квадратные делянки дают и более точный опыт и лучшее соответствие между теоретической и фактической ошибкой.

Мы не хотим этими примерами доказывать преимущество квадратной делянки, а лишь поколебать ходячее мнение о преимуществах удлиненной делянки. До производства новых исследований мы можем считать форму делянки безразличной и применять ту, которая *удобнее*.

С этой точки зрения, удлиненная делянка имеет целый ряд преимуществ при постановке сортоиспытаний, и мы рекомендуем применять ее, заботясь о том, чтобы разместить повторения и сорта в них таким образом, чтобы было достигнуто наиболее совершенное балансирование систематического изменения плодородия почвы. Об этом в следующей главе.

Что касается значения величины делянки и числа вариантов для точности опыта при повторности, то, не проделав в этом направлении прямых исследований, мы можем высказать здесь лишь общие соображения.

Систематические изменения в плодородии почвы, аналогичные приведенному искусственному примеру, мыслятся только на сравнительно ограни-

ченных площадях. В виду этого при больших делянках, а равно большом числе вариантов, нам лишь в редких случаях удается достигнуть сколько-нибудь значительного балансирования ошибок разных повторений.

В связи с этим на каждом типе почв и числе вариантов приходится говорить об оптимальной величине делянки. Большое же число вариантов опыта всегда вредно,—при нем снижается точность опыта в отдельном повторении и балансирование ошибок при повторности.

Повторность, вычисление ошибки опыта

1. Все сортоиспытания сахарной свеклы ставятся в более или менее значительной повторности. Дело в том, что одна делянка под каждым сортом, будь она большая или малая, не может ни отобразить экологических особенностей участка, на котором ставится опыт, ни дать достаточно малую квадратическую ошибку. Точность, которая получается в опыте без повторностей, не может удовлетворить нас, ибо случайные ошибки при этом будут перекрывать различия между сортами по урожайности.

Мы будем рассматривать повторность, главным образом, как средство к повышению точности опыта, т. е. снижению его случайной ошибки. Что касается односторонних ошибок, то повторность сравнительно редко может исправить или снизить их. Точнее, здесь даже происходит не снижение односторонней ошибки, как таковой, а односторонняя ошибка частично переводится в случайную, которая уже и редуцируется.

Приведем следующий пример. Пусть мы ставим сортоиспытание однорядковыми делянками. Мы можем ожидать здесь одностороннюю ошибку от влияния соседей. Если в каждой повторности мы сохраним одинаковый порядок делянок сортов, то соседи каждого сорта будут одни и те же, односторонняя ошибка остается у каждого сорта одинаковой во всех повторениях и как таковая не может быть учтена статистически. Теперь допустим, что мы расположим в каждом повторении сорта по жребию. При этом соседи всех сортов по повторениям будут меняться; односторонние ошибки по повторениям будут разными, а иногда противоположными. В результате они отчасти взаимно уничтожатся, а то что останется — может быть учтено статистически; случайная ошибка опыта увеличится, а односторонняя — уменьшится.

Как правило, мы должны выработать такую методику опыта, чтобы он был свободен от односторонних ошибок в каждом повторении или чтобы эта ошибка была достаточно мала. Повторностью же мы снижаем лишь случайную ошибку опыта. Как мы видели выше, случайная ошибка опыта слагается из ряда компонентов, которые можно разделить на две группы.

A. Часть ошибки, независимая от размещения опыта в пространстве.

B. Часть, обусловленная колебаниями плодородия почвы.

При сколько-нибудь тщательно проведенном опыте часть *B* значительно больше *A*. Различия между величинами *A* и *B* особенно интересны для нас в том отношении, что в их влиянии на конечный результат, т. е. ошибку опыта, они складываются по формуле:

$$\sigma^2_{\text{опыта}} = A^2 + B^2 \quad \text{или}$$

$$\sigma_{\text{опыта}} = \sqrt{A^2 + B^2}$$

Из этой формулы очевидно, что для достижения высокой точности опыта нам надо направить все свое внимание на большее слагаемое, т. е. B^2.

2. Чтобы найти пути в этом направлении, разберем, как изменяется ошибка опыта при введении повторности. Пусть мы имеем какую-то совокупность дат со средней M и квадратическим отклонением σ. Будем делать из нее выборки по две даты, обозначая первую дату через X_1 и

вторую через Y_i, и вычислять среднюю каждой выборки. Сделав m выборок, мы получим следующую серию из m средних:

$$\frac{1}{2}(X_1+Y_1),\ \frac{1}{2}(X_2+Y_2),\ \ldots\ \frac{1}{2}(X_m+Y_m)$$

Если обозначить отклонения каждой даты совокупности от генеральной средней соответствующими малыми буквами, то отклонения серии средних будут:

$$\frac{1}{2}(x_1+y_1),\ \frac{1}{2}(x_2+y_2),\ \ldots\ \frac{1}{2}(x_m+y_m).$$

Отсюда рассеяние серии средних ϵ_2^2 определяется равенством:

$$\epsilon_2^2 = \frac{1}{m}\left\{\left(\frac{x_1+y_1}{2}\right)^2+\left(\frac{x_2+y_2}{2}\right)^2\ldots\ldots+\left(\frac{x_m+y_m}{2}\right)^2\right\}$$

Производя показанные действия получаем:

$$\epsilon_2^2 = \frac{\Sigma(x+y)^2}{4m} = \frac{\Sigma x^2+\Sigma y^2+2\Sigma xy}{4m}$$

Заметим, что $\frac{1}{m}\Sigma x^2 = \frac{1}{m}\Sigma y^2 = \sigma^2$, так как x и y представляют из себя отклонения в одной и той же совокупности.

Формула принимает вид:

$$\epsilon_2^2 = \frac{1}{4}\left(\sigma^2+\sigma^2+\frac{2\Sigma_{xy}}{m}\right) = \frac{1}{2}\left(\sigma^2+\frac{1}{m}\Sigma_{xy}\right)$$

Заметим еще, что $\frac{1}{m}\Sigma_{xy} = \sigma_x\sigma_y r_{xy}$, где: r_{xy} — коэфициент корреляции между датами в выборках.

Так как $\sigma_x = \sigma_y = \sigma$, то мы можем окончательно написать:

$$\epsilon_2^2 = \frac{\sigma^2}{2}(1+r_{xy})$$

Рассуждая аналогичным образом, для выборок из трех дат, получим:

$$\epsilon_3^2 = \frac{\sigma^2}{3}\left\{1+\frac{2}{3}(r_{xy}+r_{xz}+r_{yz})\right\}$$

Для средней из четырех дат получаем:

$$\epsilon_4^2 = \frac{\sigma^2}{4}\left\{1+\frac{3}{6}(r_{xy}+r_{xz}+r_{xu}+r_{yz}+r_{yu}+r_{zu})\right\}$$

Вообще $\epsilon_n^2 = \frac{\sigma^2}{n}\left\{1+(n-1)\bar{r}\right\}$,

где: $\bar{r}$ —означает средне-арифметическое всех возможных $\frac{n(n-1)}{2}$ коэфициентов корреляции между парами дат.

Из этой формулы ясно, что величина ϵ_n т. е. ошибка средней, а в нашем случае ошибка опыта, зависит не только от того, сколько дат взято (n), но и как они взяты ($\bar{r}$). Совершенно очевидно, что если мы отберем выборки таким образом, что в них попадут все или большинство дат с ошибками одинакового знака (+ или —), то большинство коэфициентов корреляции будут положительны; положительна будет и величина $\bar{r}$ и, не-

смотря на большую повторность, $\mathcal{E}_n$ будет довольно велика. Если $\bar{r} = 1$, то $\mathcal{E} = \sigma$. Наоборот, если выборка будет взята таким образом, что положительные ошибки будут приблизительно уравновешиваться отрицательными, то $\bar{r}$ примет отрицательное значение и величина $\mathcal{E}_n$ сильно снизится.

Если $\bar{r} = -\frac{1}{n-1}$, то $\mathcal{E} = 0$.

Как мы видим, повторность сказывается на точности средней двояко: с одной стороны, влияет *количество* повторений, а с другой *качество* их, т. е. та система, которая принята нами при производстве выборок.

Пусть даты совокупности записаны у нас на карточках и, образуя выборки, мы вынимаем по n карточек из мешка вслепую. При таком способе составления выборки она может быть названа случайной. В такой выборке даты с положительными отклонениями одинаково часто встречаются как с датами положительными, так и с отрицательными отклонениями $\bar{r} = 0$ и формула принимает вид:

$$\mathcal{E}^2 = \frac{\sigma^2}{n} \text{ или } \mathcal{E} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Как видим, формула $\mathcal{E} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, которую мы обычно применяем при вычислении ошибок средней, является лишь частным случаем общей формулы

$$\mathcal{E}^2 = \frac{\sigma^2}{\sqrt{n}}\left\{1 + (n-1)\bar{r}\right\}$$

при $\bar{r} = 0$. Это имеет место только при строго случайных выборках и только при вычислении ошибки средней случайной выборки мы и можем применять формулу $\mathcal{E} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$.

В наших опытах даты поделяночных урожаев никогда не представляют строго случайной выборки

Напротив, та система, по которой мы распределяем повторения опыта и делянки сортов в них, представляет определенную систему выборки и в зависимости от этой системы мы получаем:

$$\bar{r} > 0 \text{ и } \mathcal{E} > \sigma/\sqrt{n}; \quad \bar{r} = 0 \text{ и } \mathcal{E} = \sigma/\sqrt{n}; \quad \bar{r} < 0 \text{ и } \mathcal{E} < \sigma/\sqrt{n}$$

Выше мы указывали, что случайная ошибка опыта складывается из двух основных компонентов A и B по равенству $\sigma^2_{\text{опыта}} = A^2 + B^2$. Величина A представляет случайные ошибки, несвязанные с распределением почвенного плодородия. В виду этого, как бы мы ни располагали опыт на площади, эта часть уменьшается при повторности, как при случайных выборках. Что касается части B, которая связана с плодородием поля, то здесь расположение опыта играет большую роль. В конечном результате, ошибка опыта при повторности слагается по равенству.

$$\mathcal{E}_n^2 = \frac{1}{n}A^2 + \frac{B^2}{n}\left\{1 + (n-1)\bar{r}\right\}$$

Из этой формулы ясно, что как бы мы ни располагали наш опыт, мы никогда не можем сделать его безошибочным. Если $\bar{r} = -\frac{1}{n-1}$, то

$$\mathcal{E}_n^2 = \frac{1}{n}A^2.$$

С другой стороны, если $\bar{r} = 1$, то $\mathcal{E}_n^2 = \frac{1}{n}A^2 + B^2$.

Между этими крайними пределами может колебаться фактическая ошибка опыта при повторности.

Разберемся подробнее в том, как слагается ошибка средней при различном расположении повторений и порядке делянок сортов в них.

3. *Разбросанное расположение* — под этим термином мы разумеем расположение повторений на более или менее значительном расстоянии друг от друга с таким расчетом, чтобы вариация плодородия почвы в каждом повторении шла независимо от такового в других. В неполивном хозяйстве независимое варьирование достигается удалением повторений опыта друг от друга. В поливном же хозяйстве и при поливе палами, варьирование плодородия почвы пал с отдельным орошением идет обычно независимо от такового даже соседних пал. При разбросанном расположении повторений целесообразно в каждом из них расположить делянки вариантов по жребию. В противном случае, мы будем иметь в опыте пары вариантов, делянки которых во всех повторениях лежат рядом друг с другом и пары, делянки которых во всех повторениях удалены друг от друга.

Ошибка сравнения урожайности первых пар будет конечно меньше, чем вторых. Иными словами, варианты будут *не равносравнимыми.*

Так, в одном из наших опытов с сортами ржи получилось:

Величина среднего рассеяния разностей σ_d^2 при различных расстояниях между делянками (l).

l	1	2	3	4	5	6	7	8	9
σ_d^2	28,86	26,03	45,81	53,33	60,85	73,73	80,76	84,60	116,13

Как видим, с увеличением расстояния между сравниваемыми делянками рассеяние разности быстро растет.

Определение величины балансированных колебаний[1] плодородия показывает, что фактически различия в сравнимости не так уже сильны. Однако, достигнуть полной равносравнимости вариантов при разбросанном расположении повторений возможно только рандомизацией порядка делянок их в каждом повторении.

В некоторых случаях неодинаковая сравнимость вариантов не вредит опыту. Мы располагаем в ближайшем соседстве делянки тех вариантов, которые нам надо сравнить точнее, а пары вариантов, которые мы можем сравнивать с большей ошибкой, располагаем на удаленных делянках. Разбросанное расположение повторностей имеет определенное преимущество перед всеми другими расположениями, давая наивысшую экологическую репрезентативность опыта. Поскольку повторности опыта разбросаны по большой площади, опыт представляет в себе широкую гамму условий, а потому выводы его с большей уверенностью можно переносить в производство, нежели результаты опыта с сплошным расположением повторностей.

Остается сказать несколько слов о форме делянки при разбросанном расположении повторностей.

Как указывалось выше, в отдельной повторности удлиненная делянка дает большую точность опыта, нежели делянка менее вытянутая. Это положение можно считать правильным до тех пор, пока общая форма участка, занимаемого повторностью, представляет прямоугольник, вытянутый по длине делянки или самое большее квадрат.

Если же число вариантов велико, то целесообразно расположить делянки укороченной формы в две — четыре полосы с тем, чтобы общая фигура участка, занимаемого повторностью, была близка к квадрату.

При разбросанном расположении повторностей ошибки дат выборок, по которым вычисляются средние, по своей сущности независимы друг от друга, и потому $\bar{r} = 0$ и $\epsilon = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$. Здесь качество повторений равноценно таковому в случайных выборках.

[1] Деревицкий.—Исследование точности сравнения средних при разбросанном расположении повторений опыта. Труды по прикладной ботанике и селекции. 1932 г.

Такого же уподобления случайной выборке мы достигаем и при сплошном расположении повторений, путем рандомизации порядка делянок сортов в каждом из них.

4. Разбросанное расположение повторений или рандомизация порядка сортов в каждом повторении имеет еще одно преимущество. При этих условиях мы имеем возможность вычислить величину квадратической ошибки опыта наиболее простыми и хорошо изученными в настоящее время приемами.

Дело в том, что все известные до сего времени методы определения ошибки опыта сводятся к нахождению ее для отдельного повторения опыта. Ошибка же средних определяется по равенству:

$$\epsilon = \sigma/\sqrt{n}.$$

Для того, чтобы показать соответствие редукции при повторности величин ошибок рандомизированных повторений таковой случайных выборок и соотвествие между величинами фактической и вычисленной ошибок, мы воспользуемся данными приведенного выше дробного учета кормовой свеклы. За повторность мы примем при этом каждую отдельную полосу в 20 делянок и наложим на дробный учет опыт с 20 „сортами" в 10 повторениях.

В приведенной ниже таблице порядок сортов в каждом повторении определен жребием. Мы взяли 20 карточек, написали на них числа 1, 2... 20 тщательно стасовали их и занесли в первом повторении номера сортов в том порядке, как они расположились на карточках. Перетасовав тщательно карточки, мы занесли номера во второе повторение и т. д.

Таблица 12

Опыт из 20 „сортов" в 10 рандомизированных повторениях. Наложен на дробный учет кормовой свеклы Mercer'a Hall'a

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17 38	14 37	6 36	1 36	2 34	12 33	13 34	9 34	8 35	6 35
6 32	1 34	2 34	11 36	9 33	13 34	11 34	1 36	2 36	9 35
2 33	12 33	11 34	9 34	7 33	4 33	17 35	10 34	9 34	10 36
13 32	3 34	8 33	19 33	5 34	9 34	16 34	17 30	20 35	14 36
15 32	10 33	3 32	6 32	8 31	5 33	19 34	15 31	6 33	7 35
5 34	15 35	17 33	3 36	18 33	19 35	3 33	12 29	16 33	20 32
4 34	16 35	14 32	15 32	13 31	16 34	14 34	20 32	14 33	18 32
16 35	9 36	10 35	18 34	16 33	17 32	20 34	19 30	17 36	17 31
19 35	20 37	13 35	10 34	4 32	1 34	4 34	8 33	15 35	19 33
20 31	11 35	12 33	7 30	10 31	20 34	12 35	18 37	5 36	2 35
3 35	13 34	18 32	17 33	19 32	11 35	18 35	11 35	12 35	5 36
10 34	5 35	4 30	12 31	20 31	2 33	5 35	14 32	11 34	15 34
12 34	4 33	9 32	8 30	3 31	16 34	6 32	6 32	13 34	11 33
7 34	6 38	16 32	20 33	15 28	6 30	10 33	3 30	1 32	3 31
9 31	7 33	19 33	5 33	14 30	15 32	15 31	4 31	7 30	8 30
11 30	18 33	20 32	14 31	12 31	14 31	7 34	16 34	10 32	4 28
8 37	19 34	7 34	16 32	1 32	10 34	9 35	5 32	19 31	12 31
14 30	17 30	15 33	4 30	6 29	7 33	8 32	7 32	3 31	1 32
18 32	2 32	1 31	2 32	11 30	3 31	2 30	13 27	18 31	13 29
1 33	8 31	5 31	13 31	17 29	8 32	1 33	2 29	4 30	16 31
S_m 666	682	657	653	628	664	674	640	666	656

Прежде, чем вычислять теоретическую ошибку опыта, сделаем подсчеты. (см. таблицу 12 стр. 79).

Вычисляя суммы дат по сортам S получим такую таблицу.

Сорт	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Всего
$\overset{n}{S}$	333	328	324	315	339	329	328	324	338	336	336	325	321	329	326	333	327	333	330	331	6585

Подсчитаем суммы дат по повторениям, т. е. по столбцам таблицы 12. Они приведены внизу ее и обозначены $\overset{m}{S}$.

Наиболее простой и наглядный способ вычисления ошибки опыта состоит из, так называемого, анализа рассеяния. Этот метод предложен Fischer'ом[1] в 1923 г. и в настоящее время получил всеобщее признание.

Метод анализа рассеяния имеет весьма широкое применение. В данном случае он совпадает с методом, предположенным Student'ом (1923) и автором этих строк (1923). Сущность анализа рассеяния в данном случае заключается в следующем.

Вычислим общее рассеяние, которое численно выражается, как сумма квадратов отклонений всех $mn = 200$ дат от средней всего опыта Q.

Для вычисления этой суммы возводим в квадрат и суммируем все 200 дат. Получаем $\overset{mn}{\Sigma} Y^2 = 217\,621$.

Подсчитываем сумму первых степеней всех 200 дат $S_t = 6585$. Умножаем $\overset{mn}{\Sigma} Y^2$ на 200, отнимаем S_t^2 и снова делим на 200. Получаем сумму квадратов отклонений общего рассеяния:

$$\overset{mn}{\Sigma} y^2 = \frac{mn \overset{mn}{\Sigma} Y^2 - S_t^2}{mn} = \frac{200 \times 217\,621 - (6585)^2}{200} = 809{,}875.$$

Теперь вычисляем *рассеяние между повторениями.*

Для этого возводим в квадрат суммы по повторениям, получая $\overset{m}{\Sigma} S^2 = 4\,338\,475$ и определяем часть рассеяния, обусловленную различием урожаев разных повторений. Оно равно:

$$m \overset{n}{\Sigma} (P - Q)^2 = \frac{n \overset{m}{\Sigma} S^2 - S_t^2}{mn} = \frac{10 \times 4\,338\,475 - (6585)^2}{200} = 112{,}625,$$

где P—средние повторений.

Наконец, вычисляем *рассеяние между сортами*, т. е. ту часть общего вариирования дат опыта, которая связана с различной урожайностью сортов, эта часть равна:

$$n \Sigma (\overline{Y} - Q)^2 = \frac{m \overset{n}{\Sigma} S^2 - S_t^2}{mn} = \frac{20 \times 2\,168\,783 - (6585)^2}{200} = 67{,}17$$

Все эти вычисления мы можем теперь свести в следующую *таблицу анализа рассеяния.*

Таблица 13

Рассеяние	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Примечание
Общее	809,875	$199 = mn - 1$		
Между повторениями	112,625	$9 = n - 1$		
Между сортами	67,175	$19 = m - 1$	3,536	Фактическая ошибка опыта $\Delta^2 = 0{,}3536$
Остаток	630,075	$171 = (m-1)(n-1)$	3,685	Теоретическая ошибка опыта $\epsilon_{10}^2 = 0{,}3685$

[1] См. Статистические методы для исследователей. БИО ВАСХНИЛ.

В таблицу выписываются суммы квадратов отклонений и рядом с ними *число степеней свободы.* Так называется для любой серии величина, на единицу меньшая ее численности. Наконец, средним квадратом рассеяния является величина, полученная от деления суммы квадратов на число степеней свободы. Вычитая из суммы квадратов общего рассеяния суммы двух остальных рассеяний, получаем *остаток рассеяния*, который мы рассматриваем как *случайное рассеяние.* Вычитая из степеней свободы общего рассеяния степени свободы рассеянии между повторениями и сортами, получаем в остатке *степень свободы случайного рассеяния.* В нашем случае нас интересует средний квадрат рассеяния между сортами и случайного. Вычислив их, получаем соответственно 3,536 и 3,685, т. е. очень близкие величины.

Интересно еще вычислить средний квадрат *рассеяния внутри повторений.* Для этого из общего рассеяния вычитаем рассеяние между повторениями и получаем:

сумма квадратов 809,875 — 112,625 = 697,250
число степеней свободы . . 199 — 9 = 190
средний квадрат 3,670

т. е. опять близкая величина, что и следовало ожидать, так как мы имеем дробный учет.

Столь хорошее совпадение теоретической и фактической ошибки опыта имеет место при описанном методе исчисления только при разбросанном расположении повторений или при рандомизированном порядке сортов в каждом повторении.

Для того же дробного учета, но при шахматном расположении делянок вариантов, как это дает таблица 16, имеем следующий анализ рассеяния.

Таблица 14

Рассеяние	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Примечание
Общее	809,875	199		
Между повторениями	112,625	9		
Между сортами	38,775	19	2,041	Фактическая ошибка опыта $\Delta_{10}^2 = 0{,}2041$
Остаток	658,475	171	3,851	Теоретическая $\epsilon_{10}^2 = 0{,}3851$

Как видим, фактическая ошибка получилась значительно меньше вычисленной.

Расположим теперь сорта в каждом повторении одинаково, так чтобы одноименные делянки лежали друг против друга, как это делает Z a d e. Получаем:

Таблица 15

Рассеяние	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Примечание
Общее	809,875	199		
Между повторениями	112,625	9		
Между сортами	292,375	19	15,388	$\Delta_{10}^2 = 1{,}5388$
Остаток	404,875	171	2,368	$\epsilon_{10}^2 = 0{,}2368$

Здесь мы имеем обратную картину. Фактическая ошибка значительно больше теоретической.

5. Мы умышленно остановились на рандомизированном расположении повторений и показали, что только при нем мы получаем описанным вы-

Таблица 16

Опыт с 20 вариантами в 10 повторениях при шахматном расположении

Наложен на дробный учет кормовой свеклы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1 38	9 37	17 36	5 36	13 34	2 33	10 34	18 34	6 35	14 35	696	
2	2 32	10 34	18 34	6 36	14 33	3 34	11 34	19 36	7 36	15 35		1370
3	3 33	11 33	19 34	7 34	15 33	4 33	12 35	20 34	8 34	16 36	674	
4	4 32	12 34	20 33	8 33	16 34	5 34	13 34	1 30	9 35	17 36		
5	5 32	13 33	1 32	9 32	17 31	6 33	14 34	2 31	10 33	18 35	659	
6	6 34	14 35	2 33	10 36	18 33	7 35	15 33	3 29	11 33	19 32		1324
7	7 34	15 35	3 32	11 32	19 31	8 34	16 34	4 32	12 33	20 32	665	
8	8 35	16 36	4 35	12 34	20 33	9 32	17 34	5 30	13 36	1 31		
9	9 35	17 37	5 35	13 34	1 32	10 34	18 34	6 33	14 35	2 33	679	
10	10 31	18 35	6 33	14 30	2 31	11 34	19 35	7 37	15 36	3 35		1350
11	11 35	19 34	7 32	15 33	3 32	12 35	20 35	8 35	16 35	4 36	671	
12	12 34	20 35	8 30	16 31	4 31	13 33	1 35	9 32	17 34	5 34		
13	13 34	1 33	9 32	17 30	5 31	14 34	2 32	10 32	18 34	6 33	646	
14	14 34	2 38	10 32	18 33	6 28	15 30	3 33	11 30	19 32	7 31		1282
15	15 31	3 33	11 33	19 33	7 30	16 32	4 34	12 31	20 30	8 30	636	
16	16 30	4 33	12 32	20 31	8 31	17 34	5 34	13 34	1 32	9 28		
17	17 37	5 34	13 34	1 32	9 32	18 34	6 35	14 32	2 31	10 31	644	
18	18 30	6 30	14 33	2 30	10 29	19 33	7 32	15 32	3 31	11 32		1259
19	19 32	7 32	15 31	3 32	11 30	20 31	8 30	16 27	4 31	12 29	615	
20	20 33	8 31	16 31	4 31	12 29	1 32	9 33	17 29	5 30	13 31		
	666	682	657	653	628	664	674	640	666	655		
	3286					3299						

ше методом анализа соответствие между величинами фактической и вычисленной ошибки. Этому обстоятельству придает очень большое значение R. A. Fisher и его школа.

Желая обеспечить себе возможность точно определить ошибку опыта, Fisher предлагает ставить опыты, располагая делянки вариантов в каждом повторении по жребию. Это предложение широко осуществляется в настоящее время Ротамстедской опытной станцией, которая все свои новые опыты закладывает с рандомизацией делянок вариантов. Кроме Ротамстеда по этой методике закладывают отдельные опыты некоторые европейские, американские и австралийские станции. В этом стремлении ставить опыт так, чтобы можно было точно определить его ошибки, есть определенный смысл.

Особенно большое значение приобретает точное определение ошибки при анализе рассеяния сложных опытов, в которых изучается влияние нескольких факторов.

С другой стороны, мы имеем в нашем примере, что средний квадрат рассеяния внутри повторения равен 3,670. При случайной выборке ожидаемое рассеяние средних = 0,3670. Между тем, при шахматном расположении мы получили 0,2041 , т. е. в 1,8 раза меньше. Иными словами, поставив опыт шахматным расположением делянок, мы достигли при 10 повторениях такой же точности опыта, какая получилась бы при рандомизации при 18-кратной повторности. Выигрыш от применения шахматного расположения настолько велик, что отказываться от него не приходится.

Как показывает пример предыдущей главы, мы можем при шахматном расположении получить еще больший выигрыш от повторности. Не приходится игнорировать и удобства работы при шахматном расположении по сравнению с расположением по жребию. Преимущества шахматного расположения, как в смысле выигрыша в точности опыта, так и удобства работы настолько велики, что мы считаем совершенно неправильным отказ от него только потому, что при современных методах исчисления мы не можем точно определить ошибку опыта. По нашему мнению, следует не методику опыта приспосабливать к статистическим методам исчисления ошибок, а наоборот, искать таких статистических приемов обработки данных, которые позволили бы при наиболее совершенной методике определить ошибку опыта.

Поскольку шахматное расположение делянок является элементом этой совершенной методики, мы на нашем примере покажем приемы исчисления погрешности при этой методике опыта. Так как здесь мы имеем дробный учет, то можем проверить правильность исчисления.

Более сильная редукция ошибки опыта, нежели в случайных выборках, получается при $\bar{r}<0$, т. е. в том случае, если положительным ошибкам в одних повторениях соответствуют балансирующие их отрицательные ошибки в других. Речь идет, конечно, об „истинных“ ошибках совокупности, а не „кажущихся“ в выборке. Последние всегда балансируются полностью и сумма их равна нулю. Для того, чтобы исчислить возможно точнее квадратическую ошибку опыта, нам необходимо из величины общего рассеяния исключить все колебания дат опыта, которые не отражаются на величине средних. После этого останутся чисто случайные колебания, которые редуцируются по формуле $\epsilon = \sigma/\sqrt{n}$.

Прежде всего заметим, что для нас вовсе не обязательно считать за повторение полосы опыта, которые представлены колонками таблицы 16. С тем же успехом мы можем считать за повторение пары рядов или прямоугольники, очерченные в таблицах и состоящие из 4 рядов и 5 колонн.

Примем за повторения последние. Подсчитав сумму по этим новым повторениям, мы получим следующий анализ рассеяния.

Таблица 17

Рассеяние	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат
Общее	809,875	199	
Между повторениями	241,245	9	
Между сортами	38,775	19	2,041
Остаток	529,855	171	3,099

Как видим, средний квадрат случайного рассеяния снизился с 3,851 до 3,099 и приблизился к фактической ошибке опыта. Продолжим анализ.

Каждое повторение состоит из 5 колонн по 4 делянки в каждой. Колонны пяти, лежащих друг под другом, повторений образуют целую колонну опыта и заключают в себе полный набор 20 сортов. В виду этого, если в пределах пятков колонн опыта происходят колебания плодородия почвы, они взаимно балансируются в пределах половины опыта (по вертикали) и не отражаются на точности средних. Рассеяние между колоннами в пределах половины опыта дается следующей таблицей.

Таблица 18

Рассеяние	Сумма квадратов	Число степеней свободы
Между колоннами всего опыта	112,625	9
Между половинами опыта	0,845	1
Остаток	111,780	8

Затем обратим внимание на то, что каждые два ряда опыта имеют полный набор сортов. В виду этого рассеяние пар рядов в пределах пятых частей опыта также не отражается на величинах средних и должно быть исключено при вычислении ошибки. Определим его.

Таблица 19

Рассеяние	Сумма квадратов	Число степеней свободы
Между парами рядов	251,525	9
Между пятыми частями опыта	213,400	4
Остаток	36,125	5

Теперь мы можем дать окончательную таблицу анализа рассеяния в опыте.

Таблица 20

Рассеяние	Сумма квадратов	Средний квадрат	Число степеней свободы
Общее	809,875	199	
Между повторениями	241,245	9	
Между колоннами в пределах половин опыта	111,780	8	
Между парами рядов в пределах пятых частей опыта	36,125	6	
Между сортами	38,775	19	2,041
Остаток (случайное)	341,175	157	2,173

Как видим, доведя анализ рассеяния до конца, мы получаем вычисленное рассеяние весьма близким к фактическому.

Таким образом, и при систематическом расположении делянок опыта в пределах каждого повторения мы также можем весьма точно определить

ошибку опыта, а потому и это соображение не может служить поводом к рандомизации порядка сортов в повторении, как это делает Fisher.

Рандомизацию при сплошном расположении повторений мы считаем приципиально неправильной.

Исследование дробных учетов показывает, что довольно часто мы имеем дело с систематическим изменением почвенного плодородия и при постановке опыта мы всегда должны располагать делянки вариантов таким образом, что если имеет место систематическое изменение плодородия, то чтобы это изменение балансировалось системой расположения делянок. В громадном большинстве случаев мы не знаем направления этого изменения, а потому должны располагать варианты таким образом, чтобы балансирование проявилось при любом направлении изменения плодородия. Это и достигается строго шахматным расположением.

6. При небольшом числе вариантов опыта Ротамстедская опытная станция последние годы широко применяет расположение, известное под названием датского квадрата. Опыт становится на квадратных или близких к квадрату делянках; повторность равна числу вариантов. Каждый ряд и каждая колонка опыта состоит из полного набора вариантов. Приведем пример из книги Fisher'a, где он использует данные того же дробного учета кормовой свеклы, который фигурировал и в наших подсчетах.

Таблица 21

D 376	*E* 371	*C* 355	*B* 356	*A* 335	S_n 1793
B 316	*D* 338	*E* 53	*A* 356	*C* 332	1678
C 32	*A* 32	*B* 335	*D* 343	*E* 330	1660
E 317	*B* 343	*A* 330	*C* 327	*D* 336	1653
A 321	*C* 332	*D* 317	*E* 318	*B* 306	1594
S_m 1656	1710	1673	1700	1632	8378

Подсчитывая суммы по вариантам, колоннам и рядам, получаем следующий анализ рассеяния.

Таблица 22

Рассеяние	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат
Общее	7026,64	24	
Между рядами	4240,24	4	
Между колоннами	710,84	4	
Между вариантами	330,24	4	82,56
Остаток (случайное)	1754,32	12	146,18

Соблюдая правило, что в каждом ряду и колонне варианты не должны повторяться, в Ротамстеде придается в остальном случайный порядок расположения. Как указывалось выше, мы предпочитаем систематическое расположение. В данном случае, т. е. при квадрате 5×5, мы можем расположить варианты двумя одинаково хорошими способами, которые мы даем в обозначениях большими и малыми буквами.

Таблица 23

Aa 376	*Bc* 371	*Ce* 355	*Db* 356	*Ed* 335
Cb 316	*Dd* 338	*Ea* 336	*Ac* 356	*Be* 332
Ec 326	*Ae* 326	*Bb* 335	*Cd* 343	*Da* 330
Bd 317	*Ca* 343	*Dc* 330	*Ee* 327	*Ab* 336
De 321	*Eb* 332	*Ad* 317	*Ba* 318	*Cc* 306

Подсчитывая суммы по вариантам при обоих обозначениях, мы получаем:

$$\Sigma A = 1711 \qquad \Sigma a = 1703$$
$$\Sigma B = 1673 \qquad \Sigma b = 1675$$
$$\Sigma C = 1663 \qquad \Sigma c = 1689$$
$$\Sigma D = 1675 \qquad \Sigma d = 1650$$
$$\Sigma E = 1656 \qquad \Sigma e = 1661$$

В первом случае средний квадрат равен 90,16 и во втором — 89,96. Как видим, в обоих случаях получаем почти тождественные величины. В данном примере в этом нет ничего удивительного, так как мы имеем дробный учет. Обратим внимание однако на следующее обстоятельство.

$$\Sigma a = A_1 + E_2 + D_3 + C_4 + B_5$$
$$\Sigma b = D_1 + C_2 + B_3 + A_4 + E_5$$
$$\Sigma c = B_1 + A_2 + E_3 + D_4 + C_5$$
$$\Sigma d = E_1 + D_2 + C_3 + B_4 + A_5$$
$$\Sigma e = C_1 + B_2 + A_3 + E_4 + D_5$$

Иными словами, все суммы при втором расположении представляют полный набор дат делянок всех вариантов первого расположения. При идеально расположенном и проведенном опыте суммы эти должны быть равны. Неравенство их показывает, что в опыте были ошибки. Поскольку оба расположения одинаково хороши, то квадратическое отклонение сумм второго расположения, в котором исключено влияние вариантов, представляет квадратическую ошибку ряда сумм по вариантам.

Этот метод вычисления ошибки опыта при сплошном его расположении в несколько иной форме предложен Vik'ом[1] и хотя он и заслуживает безусловно большого внимания, до сего времени не разработан.

Селекционеру очень редко приходится испытывать 3—7 сортов, а потому едва ли ему придется использовать непосредственно даваемые нами расположения. Однако, общий принцип их можно использовать при любом числе сортов. Принцип этот состоит в том, что делянки сортов располагаются так, чтобы сумма расстояний между одноименными делянками была наибольшей. При этом достигается, что каждая делянка любого сорта может сравниваться со всеми делянками других сортов, которые расположены таким образом, что сумма расстояний до них оказывается наименьшей.

[1] Knuth Vik.—Fehlerberechnung auf Versuchsfeldern mit und ohne Massporzellen. 1926

Наилучшими расположениями при систематическом датском квадрате являются:

3×3	1 2 3 3 1 2 2 3 1
4×4	1 2 3 4 3 4 1 2 2 3 4 1 4 1 2 3
5×5	1 2 3 4 5 3 4 5 1 2 5 1 2 3 4 2 3 4 5 1 4 5 1 2 3
6×6	1 2 3 4 5 6 4 5 6 1 2 3 2 3 4 5 6 1 5 6 1 2 3 4 3 4 5 6 1 2 6 1 2 3 4 5
7×7	1 2 3 4 5 6 7 4 5 6 7 1 2 3 7 1 2 3 4 5 6 3 4 5 6 7 1 2 6 7 1 2 3 4 5 2 3 4 5 6 7 1 5 6 7 1 2 3 4

Если мы имеем большое число сортов в опыте и располагаем их повторения в несколько полос, то мы просто делим все сорта на группы, число которых равно числу полос и перемещаем группы так, как это делаем в систематическом датском квадрате. Пусть нам надо поставить опыт со 100 сортами в 10 повторениях, расположив их в 5 полос. Наилучших результатов мы достигнем при следующем плане опыта.

1,2,3 100	11,12 . . . . 100,1,2. . . . 10
41,42 . . . . . 100,1,2 40	51,52 . . . . . 100,1,2 50
81,82 . . . . . 100,1,2 80	91 . . . . . 100,1,2 90
21,22 . . . . . 100,1,2 20	31,32 . . . . . 100,1,2 30
61,52 . . . . . 100,1,2 50	71,72 . . . . . 100,1,2 70

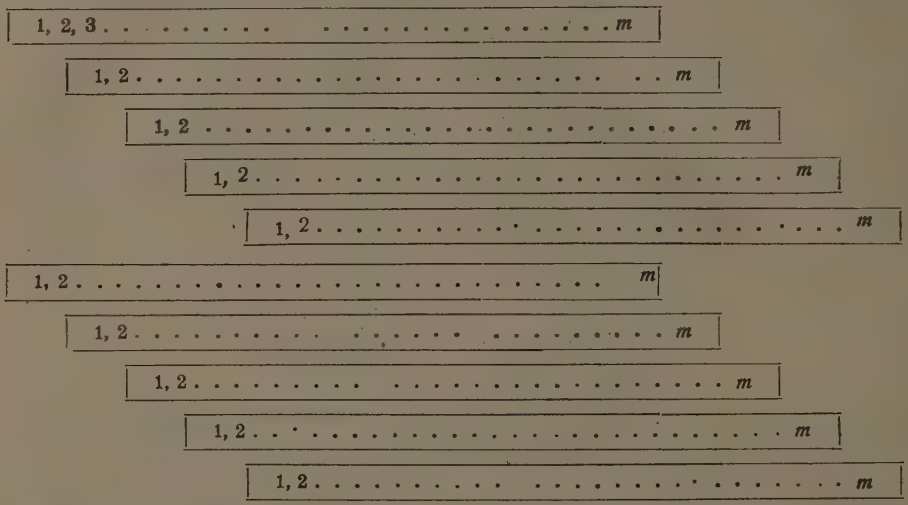
Если число сортов не кратно числу полос, на которых ставится опыт, то целесообразно прибавить несколько делянок стандартов, но строго выдержать симметричный план опыта, ибо при этом получается и наивысшая точность опыта и технически удобно так проводить опыт и вести анализ рассеяния. Возможно также разбить сорта на группы не равной численности. Точность опыта при этом не пострадает, но при обработке данных мы встретим затруднения. С этим приходится также считаться. Как с точки зрения организации работ, так и с точки зрения достижения высшей точности опыта, следует стремиться к тому, чтобы общая фигура опыта была близка к квадрату. В крайнем случае допустим прямоугольник с отношением сторон 2:1, но не больше.

В практике опытного дела принято ставить опыт на прямоугольных делянках и придавать всему опыту строго прямоугольное расположение.

Между тем, по сути дела, пунктуальное выполнение этого правила вовсе не так важно. Приспособляясь к фигуре поля, мы можем ставить опыт на делянках в форме ромба или параллелограмма, не злоупотребляя острыми углами.

7. Указанный шахматный принцип размещения вариантов при сплошном расположении опыта необходимо выдержать возможно строже, ибо каждое отступление от него приводит к снижению точности опыта. Покажем это на следующем примере.

Коллективное сортоиспытание сахарной свеклы было поставлено в 1934 г. на Мироновской станции по следующему плану:



Как видим, мы имеем в каждой полосе одинаковый порядок сортов. Ленты сдвинуты мало одна по сравнению с другой и расположение довольно сильно отклоняется от шахматного. В виду этого следует ожидать, что фактическая ошибка опыта будет больше, нежели вычисленная. Чтобы убедиться в этом, выпишем в таблицу урожаи делянок стандартов, которые были расположены в опыте через каждые четыре делянки сортов. При этом мы пронумеруем делянки стандартов в порядке, аналогичном порядку сортов. Таким образом, мы получим как бы выборочный дробный учет, на который и наложим опыт с 19 „сортами“ в 10 повторениях (см. таблицу 24 на стр. 89).

Мы имеем опыт, в котором отсутствуют три даты. В связи с этим вычисления показателей урожайности „сортов“ ($\overline{Y}_i$) и повторений (P_j) тех строк и столбцов, в которых отсутствуют даты, приходится вести методом постепенных приближений.

В первом приближении для величины P получаем:

$$P_7 = \frac{708}{18} = 39{,}333 \text{ и } P_{10} = \frac{640}{17} = 37{,}647.$$

Суммируя все величины P как точные, так и приближенные, и деля на $n=10$, получаем в первом приближении $Q=41{,}282$.

Вычисляем в первом приближении величины:

$$\overline{Y}_{14} = \frac{352 + 37{,}647 - 41{,}282}{9} = 38{,}707,$$

$$\overline{Y}_{15} = \frac{310 + 39{,}333 + 37{,}647 - 2 \times 42{,}282}{8} = 38{,}052.$$

Таблица 24

Поделяночные урожаи стандартов в коллективном сортоиспытании маточных на Мироновской селекстанции в 1934 г.

№ стандарта	Повторения											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	S_n	$\overline{Y}$
1	40	35	43	44	42	37	37	43	49	39	409	40,90
2	41	44	44	46	41	46	41	39	43	39	424	42,40
3	40	44	39	42	37	34	39	44	49	38	406	40,60
4	48	45	40	40	45	44	41	38	50	34	425	42,50
5	52	43	38	40	50	42	38	40	39	38	420	42,00
6	51	40	42	38	40	37	35	41	42	33	399	39,90
7	46	41	43	38	43	38	36	45	48	34	412	41,20
8	45	50	45	44	42	46	34	43	43	33	425	42,50
9	39	48	42	41	38	45	34	39	42	38	406	40,60
10	42	45	37	41	37	39	36	38	35	33	383	38,30
11	42	40	44	42	43	45	50	43	40	35	424	42,40
12	40	49	44	44	43	44	52	38	40	33	431	43,10
13	32	52	48	46	42	38	45	40	42	36	418	41,80
14	40	37	45	38	39	40	40	38	40	—	352	38,68
15	37	41	40	37	37	38	—	40	38	—	310	38,00
16	41	46	42	47	46	36	39	49	43	48	442	44,20
17	44	43	47	37	40	43	35	40	41	43	415	41,50
18	36	41	48	42	40	44	35	44	44	49	423	42,30
19	42	42	47	38	39	40	41	43	36	37	405	40,50
S_m	798	826	823	785	784	776	708	785	804	640	7729	
P	42,80	43,47	43,32	41,32	41,26	40,84	39,15	41,32	42,32	37,13		41,23

Суммируя все величины $\overline{Y}$ как точные, так и приближенные и деля $m=19$, получаем во втором приближении $Q=41{,}235$.

Вычисляя во втором приближении величины P, получаем:

$$P_7 = \frac{708 + 38{,}052 - 41{,}235}{18} = 39{,}156,$$

$$P_{10} = \frac{640 + 38{,}707 + 38{,}052 - 2 \times 41{,}235}{17} = 37{,}311.$$

Вычисляем по величинам P третье приближение $Q=41{,}235$.

Переходим к вычислению третьих приближений $\overline{Y}_i$:

$$\overline{Y}_{14} = \frac{352 + 37{,}311 - 41{,}235}{9} = 38{,}675,$$

$$\overline{Y}_{15} = \frac{310 + 39{,}156 + 37{,}311 - 2 \times 41{,}235}{8} = 38{,}001.$$

Следующее приближение $Q=41{,}230$.

Далее идут:

$$P_7 = 39{,}154 \qquad P_{10} = 37{,}307 \qquad Q = 41{,}230$$
$$\overline{Y}_{14} = 38{,}675 \qquad \overline{Y}_{15} = 38{,}000 \qquad Q = 41{,}230$$

Последние величины с округлением до 2 десятичных знаков занесены в таблицу.

Описанный здесь способ вычисления величин $\overline{Y}$ и P при частичном выпадении дат опыта является универсальным, применимым при любом числе выпадающих дат. Подробное его описание, а равно описание дру-

гих способов обработки данных опыта с выпадающими датами, читатель найдет в работах автора[1] и Yates'a[2].

Что касается анализа рассеяния данных опыта с выпадающими датами, то правильно он приводится впервые нами в дополнении к переводу Fisher'a. В остальной указанной литературе как Yates, так и автор этих строк применяют не вполне точные приемы. В нашем примере анализ рассеяния может быть представлен следующей таблицей:

Таблица 25

Рассеяние	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат
Общее	$\sum^{mn-\alpha} Y^2 - QS_t = 4248{,}33$	$mn - \alpha - 1 = 18{,}6$	
Между сортами	$\sum_{n}^{m} SY - QSt = 810{,}39$	$m - 1 = 18$	45,02
Между повторениями	$\sum_{n}^{n} SP - QS_t = 941{,}87$	$n - 1 = 9$	
Остаток (случайное) .	$= 2496{,}07$	$(m-1)(n-1)-\alpha=159$	15,70

Как видим, средний квадрат рассеяния между сортами достоверно превышает средний квадрат случайного рассеяния.

Что дело здесь заключается именно в расположении делянок очевидно из того, что, переменив нумерацию делянок и придав делянкам каждого сорта шахматное расположение, мы получаем при анализе рассеяния

средний квадрат рассеяния между сортами 16,03,
„ „ случайного рассеяния 16,50,

т. е. хорошее соответствие между величинами вычисленной и фактической ошибки.

Мы остановились на значении повторности главным образом в связи с расположением делянок опыта, ибо последнее в наибольшей мере обусловливает качество повторности. Было бы однако совершенно ошибочно отрывать качество от количества. Хотя в этом направлении нам и неизвестны какие-либо исследования и сами мы не могли провести их, но рассмотрение хода вариации почвы на дробных учетах говорит нам, что балансирование ошибок, имеющее место при правильном расположении опыта, может быть обеспечено только при сравнительно высокой повторности. До производства соответствующих исследований мы можем только высказать наше убеждение, что уменьшение фактической ошибки опыта при увеличении повторности идет далеко не так, как это ожидается по теории. Обычно при малой повторности $E > \sigma/\sqrt{n}$, с увеличением повторности $E = \sigma/\sqrt{n}$ и при еще более высокой повторности $E < \sigma/\sqrt{n}$. В частности, при любой величине и форме делянки мы не рекомендуем ставить сортоиспытания сахарной свеклы с повторностью ниже 6-кратной.

Метод Zade

1. Все то, что сказано в предыдущих главах о качестве повторности, пожалуй, достаточно, чтобы самым категорическим образом осудить методику, предложенную, независимо друг от друга, Zade в Германии и Эги-

[1]) Деревицкий.—а) Новейшие данные из области применения вариационной статистики. Дополнительные главы к книге Иогансен. Элементы точного учения об изменчивости и наследственности. 1933.

б) Bearbeitung der Ergebnisse von Versuchen mit ausfalenden Parzellendaten. Archiv für Pflanzenbau. 10, 1934.

в) Дополнение к переводу Фишера БИО ВАСХИЛ.

[2]) Yates.—The Analysis of replicated experiments when the field results are incomlete. Emp. Journ. Exp. Agr. I, 129—142.

зом в СССР. Однако, поскольку эта методика получила на станциях Главсахара широкое распространение и до сего времени имеет много приверженцев, мы находим целесообразным посвятить ей отдельную главу, чтобы детально осветить ее достоинства и недостатки.

В связи с увеличением масштаба работ и необходимостью испытывать в сравнительных посевах большое число сортов, сортоводные станции, естественно, стали искать упрощений в методике сортоиспытания. При этом взоры многих из них обратились к методике, предложенной Zade и Эгизом.

Сущность этой методики заключается в следующем. Опыт ставится без повторностей узкими длинными делянками с частым расположением стандартов. После посева длинные делянки сортов и стандартов делятся на части и каждый такой отрезок рассматривается как повторность.

Технические удобства этой методики не подлежат сомнению. Весь вопрос лишь в том, дает ли она необходимую точность. Целый ряд лиц, применявших эту методику, единогласно утверждает, что при этой методике получается такая же, или даже более высокая точность опыта, как и при применяемой ими ранее методике с шахматным расположением повторений.

Нисколько не сомневаясь в честности этих утверждений и арифметической правильности вычислений указанных исследователей, мы утверждаем, однако, что выводы их неверны. Высокая точность опыта при применении методики Zade существует только в воображении исследователей, а фактически мы имеем обычно очень неточные опыты. Все приверженцы методы Zade переоценили ее, применяя неправильную формулу для вычисления ошибки средних. Как мы указывали выше, между величиною квадратической ошибки средней E и величиною квадратической ошибки отдельного повторения σ существует взаимоотношение:

$$E^2 = E\frac{\sigma^2}{n}\left\{1 + (n-1)\,\bar{r}\right\}$$

где: $\bar{r}$ — коэфициент корреляции внутри выборки. Если $\bar{r} = 0$, то формула принимает вид $E = \sigma/\sqrt{n}$. Все исследователи, применяющие и рекомедующие методику Zade, при вычислении ошибки средних пользовались формулой $E = \sigma/\sqrt{n}$. Между тем, при методике Zade, $\bar{r}$ всегда больше 0 и $E > \sigma/\sqrt{n}$. В этом очень легко убедиться, наложив опыт, поставленный по методу Zade, на какой либо дробный учет. Мы использовали для этой цели данные урожая 500 делянок пшеницы дробного учета Mercer'a и Hall'a (1911). На этот посев мы наложили опыт по методике Zade с 16 сортами и стандартами через 2 делянки. Делянка каждого сорта и стандарта состояла из 20 отрезков. Вычислив приведенные по ближайшему стандарту средние сортов и квадратическую ошибку опыта, мы получили нижеприведенные средние.

№ „сорта"	4	3	16	2	9	5	8	15	7	1	6	13	10	12	11	14	E
$\bar{Y}$	41,65	40,60	40,55	40,35	39,95	39,00	38,40	37,50	37,45	37,25	36,70	35,90	35,80	34,95	34,05	32,85	1,02

Рассматривая полученные данные, мы видим, что, обрабатывая по методу Zade данные дробного учета, получаем достоверные разности между „сортами". Поскольку мы здесь имеем дробный учет, то квадратическое отклонение ряда Y представляет истинную квадратическую ошибку опыта. Вычисляя ее, получаем $\sigma_{\bar{y}} = 2{,}75$. Иными словами, фактическая ошибка при методе Zade значительно больше, чем вычисленная по формуле $E = \sigma/\sqrt{n}$. Что здесь дело заключается именно в неправильной методике, а не в чем либо другом, мы можем убедиться, наложив на тот же дробный учет опыт с 16 сортами и стандартами через 2 делянки, но при

шахматном расположении одноименных делянок, как сортов, так и сопровождающих их стандартов. Проделав это, мы получим, при $C = 1{,}27$, нижеследующие средние.

№ „сорта“	5	8	4	10	3	6	9	15	16	14	7	1	12	13	11	2
$\bar{Y}$	40,60	40,60	40.15	39,90	39,75	39,70	39,70	39,70	39,60	39,50	39,40	39,35	39,05	38,95	38,40	38,10

Как видим, даже крайние „сорта“ не отличаются между собою достоверно, а фактическая ошибка $\sigma_{\bar{y}} = 0{,}73$ меньше вычисленной.

Продолжая свои исследования, мы использовали данные дробного учета сахарной свеклы Immer'a (1932). Автором были учтены урожай и сахаристость 600 однорядковых делянок около 5 метров длиною. Мы наложили на этот дробный учет 6 опытов с 10 сортами в 10 повторениях. Накладку каждого опыта мы проводили дважды: с шахматным расположением одноименных делянок и по Zade. Результаты в среднем во всех опытах были таковы:

	По Zade	Шахматное расположение
Фактическая ошибка	2,84	1,26
Вычисленная	1,30	1,30

Продолжая исследование, мы наложили на дробный учет ржи Шашина (Недокучаев—1930) 15 опытов с 5 сортами в 5 повторениях как при расположении по Zade, так и шахматном. В среднем результаты были таковы:

	По Zade	Шахматное расположение
Фактическая ошибка	4,75	3,33
Вычисленная	3,02	2,91

Аналогичные результаты получились и на дробном учете картофеля Kirk'a (Kalamkar—1933). Всюду фактическая ошибка опыта, поставленного по Zade, достоверно превышала вычисленную. Всюду фактическая ошибка опытов, поставленного по Zade, достоверно больше ошибки при шахматном расположении. Эти результаты исследования не были для нас неожиданными и мы производили эту работу и приводим ее результаты только для того, чтобы с числами в руках убедить читателя, находящегося под гипнозом метода Zade, в ее ошибочности. Результат же исследования был для нас ясен à priori. Ведь как бы мы не называли те отрезки, на которые мы разделили делянки опыта, совершенно очевидно, что в методе Zade мы имеем опыт без повторностей. Вместо того, чтобы ставить опыт на n малых делянках, Zade ставит его на одной удлиненной делянке. Между тем, уже давно установлено, что увеличение длины делянкн хотя и повышает точность опыта, но в меньшей степени, чем повторность.

Само собою разумеется, что от того, что делянки разрезаны на части, точность опыта не увеличилась. Совершенно такая же, а может быть более высокая, точность опыта получилась бы, если эта делянка не была бы разделена на части.

Молостов (1933) указывает, что хотя он и не может усмотреть в методике Zade повторности, но видит в дроблении делянки средство к определению точности опыта без повторности. Более детальное исследование вопроса показывает, что мы не имеем и этого утешения.

Как описано в предыдущей главе, мы имеем возможность при разбросанном расположении вычислить величину случайного рассеяния внутри

Таблица 26

План посева и поделяночные урожаи 27 сортов и 10 стандартов сахарной свеклы.

Постановка по Zade

Сорта	Отрезки										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	S_n
Стандарт 1-й	323	320	316	336	287	285	309	310	324	339	3149
1	339	348	334	331	252	278	330	298	314	331	3173
2	339	287	299	318	282	258	330	283	319	313	3028
3	351	313	323	298	270	284	339	319	345	360	3202
Стандарт 2-й	372	314	322	345	288	313	401	324	340	357	337
4	322	303	318	331	256	278	389	314	340	351	3202
5	353	303	318	314	275	301	396	309	361	331	3261
6	337	317	323	316	283	318	392	318	329	241	3274
Стандарт 3-й	347	335	301	330	290	306	378	313	343	341	3284
7	359	299	312	328	299	299	370	326	314	358	3264
8	326	319	326	326	277	304	353	313	335	305	3185
9	321	284	286	309	269	292	329	318	320	321	3049
Стандарт 4-й	348	327	329	329	316	298	356	310	339	327	3279
10	304	272	294	290	291	271	318	291	313	306	2950
11	274	252	277	276	242	252	313	249	266	276	2677
12	316	247	268	273	290	262	308	234	299	306	2803
Стандарт 5-й	337	271	291	292	313	288	308	248	314	288	2955
13	258	259	276	300	288	281	299	247	302	298	2808
14	328	288	267	320	329	261	330	256	312	315	3026
15	304	265	286	304	308	294	311	274	285	274	2905
Стандарт 6-й	332	287	298	331	325	265	305	285	311	318	3052
16	301	269	274	314	397	286	311	284	303	283	3022
17	325	273	271	313	310	272	290	316	305	307	2982
18	308	287	304	326	319	283	333	286	310	301	3037
Стандарт 7-й	314	269	284	324	265	259	289	285	288	294	2879
19	330	273	304	342	296	298	313	304	329	301	3095
20	297	266	284	305	267	260	289	277	275	267	2787
21	337	292	319	346	293	291	325	309	311	326	3149
Стандарт 8-й	302	294	338	306	304	279	290	278	301	338	3030
22	337	305	342	335	326	285	332	348	313	331	3254
23	322	328	327	334	329	279	302	261	278	323	3083
24	305	313	323	338	324	267	328	318	315	296	3127
Стандарт 9-й	310	299	300	307	284	279	295	295	294	275	2938
25	314	337	317	343	321	278	297	328	315	313	3163
26	322	331	341	342	330	285	317	327	330	319	3244
27	312	307	313	320	327	277	309	324	314	286	3089
Стандарт 10-й	346	332	245	365	304	271	289	310	325	309	3096

повторения. При шахматном расположении мы имеем возможность исключить из этой величины ту часть, которая балансируется повторностью. При расположении же по Z a d e мы можем определить рассеяние внутри „повторения", но совершенно не в состоянии определить того, как будут взаимно компенсироваться или накопляться ошибки при повторности.

Дело в том, что разрезание делянок на отрезки и отдельный учет каждого из них позволяют нам установить степень вариации плодородия поля *вдоль* делянок, а равно степень сопряженности этого варьирования также вдоль делянок. Однако все эти учеты не дают нам никакого представления о степени варьирования почвенного плодородия *поперек* делянок, т. е. точности сравнения их между собою. Затем дробный учет делянки, давая возможность точно определить степень варьирования внутри делянки, не может повысить точности сравнения между делянками.

2. Однако, в конце концов для нас не так важно, насколько точно при методике Z a d e определяется ошибка опыта и больше или меньше она фактической. Самое важное для нас выяснить, дает ли эта методика достаточную точность для сравнительного сортоиспытания сахарной свеклы.

Чтобы ответить на этот вопрос, мы обработаем данные одного опыта, поставленного по этой методике на станции Верхнячка. Приводимая таблица 26 (см. стр. 93) представляет план посева и поделяночные урожаи 27 сортов и 10 стандартов. Опыт поставлен по методике Z a d e. Таблица 27 представляет величины отклонений урожаев отрезков делянок сортов от полусуммы прилегающих отрезков делянок стандартов. В графе ΣD приведены суммы этих отклонений по строкам для каждого сорта и в графе Σd^2 — суммы квадратов отклонений величин D от их средней по сорту.

Таблица 27

Отклонение урожаев сортов от полусуммы стандартов

№ сорта	Повторения										ΣD	Σd^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	11	31	15	— 9	— 36	— 21	— 25	— 19	— 18	— 17	— 88	399,6
2	— 7	— 30	— 20	— 22	— 6	— 41	— 25	— 34	— 13	— 35	—233	1296,1
3	5	— 4	4	— 42	— 18	— 15	— 16	2	13	12	— 59	2594,9
4	— 38	— 21	6	— 7	— 33	— 32	0	— 4	— 2	2	—129	2442,9
5	— 7	— 21	6	— 4	— 14	— 9	7	— 9	19	18	— 70	2145,0
6	— 23	— 7	11	— 22	— 6	8	3	0	— 13	— 8	— 57	1200.1
7	11	— 32	— 3	— 2	— 4	— 3	3	14	— 27	24	— 19	2656,9
8	— 22	— 12	11	— 4	— 26	2	— 14	1	— 6	28	— 98	1501,6
9	— 27	— 47	— 29	— 21	— 34	— 10	— 38	6	— 21	— 13	—234	2090,4
10	— 38	— 27	— 16	— 18	— 26	— 22	— 14	12	— 13	— 2	—154	1736,4
11	— 68	— 47	— 33	— 32	— 75	— 41	— 19	— 30	— 60	— 32	—437	3040,1
12	— 26	— 52	— 42	— 35	— 27	— 31	— 24	— 45	— 7	— 2	—311	1720,9
13	— 76	— 20	— 16	— 12	— 34	5	— 7	— 19	— 10	— 5	—194	4528,4
14	— 6	9	— 25	8	7	5	24	— 10	0	12	24	1642,4
15	— 30	— 14	— 6	— 8	— 14	18	5	8	— 27	— 29	— 97	2434,1
16	— 22	— 9	— 14	— 16	102	— 23	14	— 1	— 4	— 25	56	12474,4
17	2	— 5	— 17	— 17	15	9	— 7	31	6	— 4	16	1934,4
18	— 15	— 11	— 16	— 4	24	20	36	1	11	— 7	71	2556,9
19	22	— 4	— 7	25	12	29	23	23	35	— 17	141	2742,9
20	— 11	— 16	— 27	— 12	— 17	— 9	— 1	— 4	— 19	— 51	—167	1810,1
21	29	10	8	29	9	22	35	28	17	8	195	970,5
22	31	9	23	29	32	6	40	62	15	25	272	2367,6
23	16	32	8	28	35	0	10	— 25	— 20	17	101	3746,9
24	— 1	17	4	32	30	— 12	36	32	17	— 10	145	2980,5
25	— 14	21	45	7	27	3	5	26	5	21	146	2484,4
26	— 6	15	69	6	36	10	25	25	20	27	227	3680,1
27	— 16	— 9	41	— 16	33	2	17	22	4	— 6	72	3673,6

$$\sigma_d^2 = 314{,}3748 \qquad \sum_d^{mn} d^2 = 76\,393{,}1$$

$$\overline{D}^2 = 294{,}27$$

Числа последней графы подытожены и получено $\overset{mn}{\Sigma}_d^2 = 76\,393{,}1$. Теперь, средняя квадратическая ошибка разности между урожаем отрезка делянки сорта и полусуммы урожаев ближайших отрезков стандартов, которую мы обозначим σ_d, определится по равенству

$$\sigma_d^2 = \frac{\overset{mn}{\Sigma}_d^2}{m(n-1)} = \frac{76393{,}1}{27 \times 9} = 314{,}3948$$

Отсюда, при 10 повторениях $\epsilon_d^2 = 31{,}44$ и $\epsilon_d = 5{,}61$. Как видим, получаем вычисленную ошибку, равную 1,8 процента от Q, т. е. хорошую точность опыта.

При просмотре данных эта высокая точность опыта кажется нам подозрительной, так как мы встречаем вполне достоверные разности между средними соседних стандартов (6 и 7, 4 и 5). Исследуем этот вопрос. Для этого мы воспользуемся датами урожаев делянок стандарта, которые используем как дробный учет.

В таблице 28 приведены величины 90 разностей между соседними отрезками делянок стандарта. Так как мы имеем отрезки делянок одного и того же сорта, то эти разности представляют как раз те ошибки, которые получаются от смещения отрезка на величину межстандартного пространства. Обозначим их через v. Возводя величины v в квадрат и суммируя, получаем 68063. Деля это число на 90, т. е. общее число разностей, получаем 756,2555. Подсчитаем теперь в той же таблице разности между средними стандартов.

Таблица 28

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\overline{v}$	v^2
	−49	+ 6	− 0	9	− 1	−28	−92	−14	−16	−18	−22,7	12579
$-K_3$	+ 25	−21	+ 21	+ 15	− 2	+ 7	+ 23	+ 11	− 3	+ 16	+ 92	2700
K_3-K_4	− 1	+ 8	−28	+ 1	−26	+ 8	+ 22	+ 3	+ 4	+ 14	+ 0,5	2275
K_4-K_5	+ 11	+ 56	+ 38	+ 37	− 2	+ 10	+ 48	+ 62	+ 25	+ 39	+ 32,4	14468
K_5-K_6	+ 5	−16	− 2	−39	− 7	+ 23	+ 3	−37	+ 3	−30	− 9,7	4671
K_6-K_7	+ 18	18	9	3	60	6	16	0	23	20	17,3	5559
K_7-K_8	12	−25	− 54	22	− 59	− 20	− 1	7	− 13	− 40	− 15,1	7609
K_8-K_9	− 8	− 5	38	− 1	20	0	− 5	− 17	7	63	+ 9,1	6266
K_9-K_{10}	− 36	− 33	55	− 58	− 20	8	6	− 15	− 31	− 34	− 15,8	11676
												68063

Они же являются средними по строках величин v. Обозначим их поэтому $\overline{v}$. Возводя их в квадрат, суммируя и деля на число их, получаем 289,5122. Если мы имеем случайную выборку, то квадрат ошибок средней равен $\frac{1}{n}$ квадрата ошибок отдельных дат. В нашем же случае квадрат ошибок отдельных дат 755,2555 превышает квадрат ошибок средней 289,5122 лишь в 2,612. Иными словами, при том расположении делянок, которое мы имеем в опыте, повторность снижает квадрат ошибок опыта не в 10 раз, как это мы имели в случайной выборке, а лишь в 2,612 раза. Отсюда, квадрат ошибок средней разности будет не $\frac{314{,}3748}{10} = 31{,}44$, а $\frac{314{,}3748}{2{,}612} = 120{,}36$ и ϵ_d равно, не 5,61, а 10,96.

К близкой величине ϵ_d мы можем прийти и несколько другим путем. Покажем прежде всего, что по делянкам стандартов мы можем с известным приближением определить ошибку сравнения отрезка делянки сорта с полусуммой делянок стандарта.

Выпишем для этого урожай делянок стандарта в отдельную таблицу 29.

Таблица 29

Поделяночные урожаи стандартов

№ „сорта"	Повторения										S_n
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	323	320	316	336	287	285	309	310	324	339	3149
2	372	314	322	345	288	313	401	324	340	357	3376
3	347	335	301	330	290	306	378	313	343	341	3284
4	348	327	329	329	316	298	356	310	339	327	3279
5	337	271	291	292	318	288	308	248	314	288	2955
6	332	287	293	331	325	265	305	285	311	318	3052
7	314	269	284	328	265	259	289	285	288	298	2879
8	302	294	338	306	304	279	290	278	301	338	3030
9	310	299	300	307	284	279	295	295	294	275	2938
10	346	332	245	365	304	271	289	310	325	309	3096
S_m	3331	3048	3019	3269	2981	2843	3220	2958	3179	3190	31038

Подсчитывая S_t и S_m и проводя анализ рассеяния, получаем:

Таблица 30

Рассеяние	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат
Общее	76945,56	99	
Между повторениями . . .	22015,76	9	
Внутри повторений	54929,80	90	610,331

Получившийся средний квадрат рассеяния 10 делянок внутри повторения мы обозначим σ^2_{10}.

Заметим теперь, что половина среднего квадрата величин v, т. е. $\frac{756{,}2555}{2} = 378{,}128$, представляет средний квадрат рассеяния в 90 выборках по 2 даты соседних отрезков делянок стандарта. Обозначим эту величину через σ^2_2.

Величина σ^2_2 представляет из себя квадрат ошибки сравнения даты отрезка стандарта с полусуммой двух соседних отрезков стандарта же. Само собою разумеется, что отрезок делянки сорта, лежащий между отрезками делянок стандартов, может сравниться с их полусуммой точнее.

Мы имеем $\sigma^2_{10} = 610{,}331$ и $\sigma^2_2 = 378{,}128$. При чем, что величина рассеяния выборки представляет линейную функцию числа делянок в выборке. Тогда имеем:

$$A + 10B = 610{,}331$$
$$A + 2B = 378{,}128$$
$$8B = 232{,}203.$$

$$B = 29{,}027 \text{ и } A = 320{,}06.$$

Величина A это величина квадрата ошибки выборки при $n = 0$ или σ^2. Это как раз та величина, которая получится при территориальном совпадении отрезка делянки сорта с полусуммой отрезков делянок стандартов, т. е. ϵ^2_d.

Мы видим, что она очень близка к величине $\epsilon^2_d = 314{,}37$, вычисленной ранее. Воспользуемся тепер тем же приемом для средних по стандартам

Здесь $\epsilon_2^2 = 144{,}756$ и $\epsilon_{10}^2 = 275{,}177$. Отсюда

$$A + 10B = 275{,}177$$
$$A + 2B = 144{,}756$$
$$8B = 130{,}421.$$

$$B = 16{,}303 \text{ и } A = 112{,}15$$

Отсюда $\epsilon_d = 10{,}59$ вместо 10,96, полученных ранее.

Как видим, мы двумя способами, используя стандарты, получаем практически одинаковую величину ошибки сравнения средней по сорту со средней полусумм стандартов. Округляя ее до 11, посмотрим достаточно ли она мала, чтобы можно было хотя бы некоторые средние разности между сортами и стандартом считать достоверными. При восьми степенях свободы, по которым определена ошибка разности, мы должны для вероятности 0,99 руководствоваться тройной ошибкой и считать достоверными разности между средними, если они превышают 33. Просматривая наши данные, мы видим, что лишь 11-й сорт показывает достоверно более низкий урожай ($\overline{10} = -43{,}7$), нежели стандарт. Остальные же сорта должны быть отнесены в ту же группу урожайности.

Ошибка разности между средними отклонениями сортов равна $\sqrt{2} \times 11 = 15{,}7$ и достоверными разностями можно считать превышающие 47,1.

Анализируя данные, мы находим очень немного достоверных различий.

Как видим, в данном опыте ошибка при более точном ее определении оказывается настолько большой, что опыт дает очень мало в смысле определения сравнительной урожайности сортов. Ту же самую точность опыта мы получили бы и не разрезая делянок сортов и стандартов на 10 отрезков, а учтя целые делянки. Раздельный учет отрезков прибавил только техническую и счетную работу.

Мы остановились довольно подробно на приемах вычисления ошибки разности между урожаем сорта и стандарта при методике Zade для того, чтобы:

1. Показать, что совершенно нет нужды учитывать отрезки делянок при постановке опыта длинными делянками с частым расположением стандартов. Если такая постановка опыта без повторностей может дать достаточную для некоторых целей точность опыта, то по стандартам можно определить ошибку с достаточным для практики приближением.

2. Дать читателю метод, чтобы обработать правильно данные опытов, поставленных в прежние годы по этой системе, и, таким образом, правильно использовать эти опыты как для оценки сортов, так и для оценки самой методики.

Результат последней оценки мы можем предсказать: опыт без повторностей даже при густом расположении стандартов дает настолько большую ошибку, что различия в урожайности сортов свеклы не могут быть оценены. Что касается сахаристости свеклы, то возможно, что и в опыте без повторностей мы будем иметь достаточно малую ошибку, чтобы учесть сортовые различия.

Стандарт и его значение

В таблицах 7 и 8 приведены материалы, характеризующие зависимость ошибки опыта от величины и формы делянки и от числа вариантов опыта. В главе, где были приведены вышеуказанные таблицы, мы главное свое внимание уделили изучению величины и формы делянки. В настоящей главе мы остановимся на числе вариантов опыта, как одном из основных элементов его методики. Чтобы не обременять себя числовым материалом, мы выпишем из таблиц лишь одну строку, показывающую изменение величины рассеяния в дробном учете Kirk'a при шестерной длине делянки в

зависимости от числа вариантов опыта. Обозначая число вариантов опыта через m и рассеяние урожаев делянок через σ^2, получаем:

Таблица 31

m	2	3	4	6	8	12	16	24	32	48	96
σ^2	0,83	0,88	1,11	1,47	1,96	2,50	2,14	2,39	3,36	7,43	10,83
σ^2_x	0,83	0,95	1,07	1,30	1,54	2,01	2,47	3,39	4,29	6,31	11,01

Рассматривая числа этой таблички, мы замечаем ярко выраженную общую тенденцию—чем больше варинтов опыта, тем больше σ^2; с другой стороны, нанеся наблюдаемую зависимость на график, мы заметим, что величины σ^2 возрастают с увеличением m зигзагообразно, то сильнее, то слабее. Это объясняется пестротою почв участка, на который накладывается опыт. При постановке опыта в повторностях эти колебания должны сгладиться и останется лишь общая тенденция увеличения σ^2 при увеличении m.

Чтобы при своих расчетах устранить влияние случайных изменений величины σ^2, связанных с изменениями мест наложений опыта при изменении числа вариантов, мы сгладили ряд величин σ^2 по параболе 2-й степени:

$$\sigma^2 = 0{,}5909 + 0{,}119177m - 0{,}000110892m^2$$

и получили величины σ^2_x, приведенные в нижнем ряду таблицы. Этими числами мы и воспользуемся для выяснения значения числа вариантов опыта, как элемента его методики.

Пусть мы имеем в опыте 96 вариантов. Тогда случайное рассеяние в пределах повторения будет $\sigma^2_{96} = 11{,}01$, а квадратическая ошибка разности между любыми двумя вариантами будет:

$$\sigma_d = \sqrt{2 \times 11{,}01} = 4{,}69.$$

Если мы примем за критерий достоверности двойную ошибку, то за достоверные разности можем признать равные или большие $2 \times 4{,}69 = 9{,}38$.

При постановке испытания потомств мы можем упростить перед собою задачу опыта. Мы можем не задаваться целью сравнить между собою по урожайности все потомства, а лишь сравнить каждое потомство с каким-нибудь одним старым сортом, который можно принять за меру прежних достижений в селекции. Этот старый сорт, служащий мерой сравнения для вновь выводимых сортов, носит название *контрольного сорта или стандарта* (от английского Stand—мера). В дальнейшем мы будем вместо этих названий писать букву K. Этой же буквой мы будем обозначать урожай стандарта в приводимих ниже формулах.

По каждому из сравниваемых в опыте сортов мы имеем ограниченное количество семян и тем самым обречены на ограниченную повторность. По K мы имеем практически неограниченное количество семян и можем его делянки высевать в опыте в значительно большей повторности, нежели остальные сорта.

Посмотрим, что может дать это повышение повторности K. Положим, что K высеян у нас при вдвое большей повторности, нежели остальные сорта. Если рассеяние по сортам будет σ^2, то рассеяние средних из двух делянок K будет $^1/_2\sigma^2$ и рассеяние разности между датой какого-либо сорта и средней стандарта σ^2_d определится равенством:

$$\sigma^2_d = \sigma^2 + {}^1/_2\sigma^2 = 1{,}5\sigma^2.$$

Если K будет иметь повторность в три раза большую сортов, то получим:

$$\sigma_d^2 = \sigma^2 + {}^1/_3\sigma^2 = 1{}^1/_3\sigma^2$$

Вообще, если K будет иметь повторность в v раз большую повторности сортов, то

$$\sigma_d^2 = \sigma^2(1 + {}^1/_v)$$

Очевидно, с увеличением повторности K величина σ_d стремится к σ, как своей нижней границе. Этого предела величина σ_d никогда не достигает. С одной стороны, $(1 + {}^1/_v)$ всегда больше 1, а с другой—с увеличением числа делянок в опыте при большой повторности K сама величина σ возрастает.

Таким образом, увеличивая повторность K и сравнивая даты сортов со средней всех v делянок K, мы можем расчитывать максимум на снижение величины σ_d в $\sqrt{2}$ раза по сравнению с той величиной, которая получается при сравнении сортов с K, высеянным в той же повторности, как и остальные сорта. Очевидно, при этом мы ценою весьма больших усилий достигаем очень небольшого эффекта.

Так в нашем примере с 96 вариантами мы можем из 96 делянок повторения 48 занять K и, при сравнении урожая делянки какого либо сорта с средней 48 делянок K, получить:

$$\sigma_d = \sqrt{11{,}01 + \frac{11{,}01}{48}} = 3{,}35.$$

Мы можем, однако, для повышения точности сравнения сорта с K пойти другим путем. Пусть в повторении опыта высеяно, чередуясь между собою, 48 делянок K

$$K_1,\ K_2,\ K_3\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ K_{47},\ K_{48}$$

Мы можем рассматривать 96 делянок повторения не как один опыт, а как 48 суб-опытов с двумя вариантами в каждом. Один из вариантов будет сорт и второй K.

В нашем примере $\sigma_2^2 = 0{,}83$. Отсюда,

$$\sigma_d = \sqrt{2 \times 0{,}83} = 1{,}29.$$

Еще целесообразнее для нас разбить повторение опыта на суб-опыты по 3 делянки — 2 стандарта и один сорт [K, сорт, K].

В нашем примере мы имеем:

$$\sigma_3^2 = 0{,}95.\ \text{Отсюда,}\ \sigma_d = \sqrt{0{,}95 + \frac{0{,}95}{2}} = 1{,}19.$$

Таким образом, если мы рассматриваем все 96 делянок, как один опыт и сравниваем урожай делянки какого-либо сорта с средней всех делянок K, то получаем:

$$\sigma_d = 3{,}35.$$

Если мы сравниваем урожай делянки сорта с урожаем одной делянки соседнего стандарта, то получаем:

$$\sigma_d = 1{,}29.$$

Наконец, сравнивая урожай делянки сорта с средней из двух окаймляющих его K, имеем:

$$\sigma_d = 1{,}19.$$

В последнем случае, как мы увидим ниже, ошибка еще меньше, так как при вычислении σ_d не принят во внимание способ расположения K. Вычисленная величина $\sigma_d = 1{,}19$ одинаково относится и к расположению

$\underline{|K|Y|K|}$ и к расположению $\overline{|K|K|Y|}$, где: Y — делянка сорта.

Введение K позволяет не только точно сравнивать сорта и K, но повысить и точность сравнения сортов между собою, проводя сравнение через K. Это сравнение основано на допущении, что два сорта, порознь равные по урожайности третьему, равны по урожайности между собою.

Приведенное допущение нуждается в строгой критике. Если сорт A сравнивается с K и оказывается равным ему по урожайности и в другом месте и других условиях сорт B также сравнивается с K и оказывается равным ему по урожайности, то это вовсе не значит, что сорта A и B всегда и при всех условиях равны между собою по урожайности.

Если $A=K$ и $B=K$, то заключение $A=B$ может делаться лишь в том случае, если сравнение A с K и B с K велось в одинаковых условиях. Однако, если условия в обоих случаях одинаковы, то нет нужды сравнивать сорта через K, а можно проводить их непосредственное сравнение между собою.

Математически сравнение сортов через K возможно при условии сравнительно небольших колебаний величин средних *частных* $\overline{K}$, т. е. средних ряда показателей K, сопутствующих разным сортам. Эти колебания должны быть таковы, чтобы величина средней всех K опыта $\overline{K}_o$ лежала в пределах колебаний дат отдельных серий показателей частных стандартов. В этом случае *„приведение“* урожаев сортов к среднему плодородию поля по любой формуле будет *интерполяцией* и только в этом случае точность приведенных величин определится квадратической ошибкой *уравнения приведения.*

В нашем примере при схеме [K, сорт, K] ошибка, приведенного к среднему плодородию поля, урожая сорта $\sigma_d = 1{,}19$.

Соответственно этому ошибка сравнения через K двух сортов будет:

$$_{\sigma}\sigma_b = \sqrt{2\sigma_d^2} = \sqrt{2{,}82} = 1{,}68.$$

При сравнении двух сортов в опыте с 96 делянками мы получили: $_{\sigma}\sigma_b = 4{,}69$. Таким образом, введение K дало нам такой же эффект, как $\frac{4{,}69^2}{1{,}68^2} = 7{,}79$ краткая повторность.

Если принять во внимание, что мы ввели лишь 50% стандартов, то в данном примере применение K дает в 3,9 раза больший эффект, нежели увеличение повторности опыта.

Как этот пример, так и многие аналогичные другие говорят в пользу широкого применения стандартного метода постановки опыта. Но на деле эффект применения K получается, обычно, значительно меньшим.

Дело в том, что при учете значения повторности мы исходим здесь из формулы $\epsilon = \sigma/\sqrt{n}$, тогда как при правильном расположении опыта эффект повторности часто бывает больше, нежели в случайных выборках. Затем далеко не всегда с увеличением числа делянок в повторении ошибка опыта возрастает так сильно, как в приведенном примере.

Наконец, в нашем случае мы имеем дробный учет, т. е. все поле засеяно одним и тем-же сортом. Когда же мы ставим опыт с K, то вовсе не обязательно чтобы все сорта реагировали на изменение плодородия в пределах повторения так же, как K. В связи с этим и ошибка сравнения сорта с K, σ_d и ошибка сравнения между собою сортов через K, $_{\sigma}\sigma_b$ получается обычно большей.

Расположение опыта с *K*

Как ясно из приведенных выше элементов теории стандарта, последний следует рассматривать, главным образом, как средство повышения статистической репрезентативности опыта.

На экологическую и агротехническую репрезентативность опыта *K* не может оказать какого-либо влияния. Что касается методической репрезентативности, то при интерполяции мы не должны ожидать в приведенных к среднему плодородию урожаях сортов односторонних ошибок.

Подходя к *K* с точки зрения средства повышения точности опыта, мы должны, прежде всего, отметить следующее обстоятельство.

Как указывалось выше, величина ошибки опыта может быть представлена, как сумма двух слагаемых: *A* — части, независящей от территориального размещения сравниваемых делянок и *B* — части, так или иначе связанной с изменением условий по территории опыта.

Введение в опыт *K* и сравнение через *K* сортов между собой при всякой системе постановки опыта повышает часть ошибки *A*.

В самом деле, часть *A* в ошибке сравнения сорта со стандартом будет $\sqrt{A_y^2+A_\kappa^2}$ и в ошибке сравнения сортов между собой $\sqrt{2A_y^2+2A_\kappa^2}$. Даже в том случае, если мы имеем в каждом суб-опыте 2—3—много делянок *K*, часть *A* ошибки при сравнении через *K* неизбежно растет. Введение стандарта способно снизить лишь часть ошибки *B*.

В виду этого, *K* может вообще иметь значение в опыте лишь в том случае, если часть ошибки *A* мала по сравнению с частью *B*. Величина части *A* зависит, как мы видели, главным образом, от техники опыта. Отсюда вывод: при постановке опыта с *K*, техника опыта должна быть поставлена очень высоко.

Второй причиной обусловливающей величину части *A*, является „ошибка повреждений", поскольку она не связана с определенными участками территории. Отсюда следует, что при повреждении опыта вредителями, часто стандарт не проявляет своего положительного эффекта.

Затем, если участок, на котором ставится опыт, довольно однороден и в пределах каждого повторения почва сравнительно однообразна так, что те более мелкие площадки сравнения, на которые мы делим площадь повторения при введении *K* почти столь же пестры, как и все повторение, то *K* также не дает положительного эффекта или дает очень слабый эффект повышения точности сравнения сортов.

Учитывая все сделанные замечания, мы приходим к заключению, что в зависимости от участка, или условий года и технического проведения опыта, *K* может, в той или иной степени, потерять в опыте свое значение. Это обязывает нас ставить и проводить сортоиспытание с *K* таким образом, чтобы использование данных опыта возможно было как с *K*, так и без него.

Мы различаем при размещении опыт с *K*: посев сериями и посев повторениями. При посеве сериями все повторения небольшой группы сортов высеваются в одном месте, представляя в схеме следующую картину:

K 1, 2, 3 *K* 1, 2, 3 *K* 1, 2, 3 *K K* 1, 2, 3 *K* . . . *K* 1, 2, 3,

За первой группой сортов высевается вторая:

K 4, 5, 6 *K* 4, 5, 6 *K* 4, 5, 6 *K* 4, 5, 6 *K*. . . . . *K* 4, 5, 6 и т. д.

Как видим, все повторности каждого суб-опыта высеваются подряд на одном участке.

При постановке опыта повторениями, мы вводим в каждое повторение опыта по одному повторению суб-опыта, придавая каждому повторению приблизительно такую картину:

K 1, 2, 3 *K* 4, 5, 6 *K* 7, 8, 9 *K* 10, 11, 12.

Практикуется и смешение обоих принципов расположения, когда в каждое повторение опыта вводится несколько, но не все повторения каждого суб-опыта, хотя-бы по такой схеме

K 1, 2, 3 *K* 1, 2, 3 *K* 1, 2, 3 *K* 4, 5, 6 *K* 4, 5, 6 *K* 4, 5, 6 *K* 7, 8, 9 *K* 7, 8, 9 *K* и т. д.

Сравнивая между собою посев сериями и посев повторениями, мы должны отдать безусловное предпочтение последнему.

Прежде всего, при посеве сериями каждый сорт сравнивается с меньшим числом делянок *K*, нежели при посеве повторениями. Если серия содержит *n* повторностей, то в нее входит всего $n+1$ делянок *K*. Между тем, при посеве повторениями каждый сорт сравнивается с $2n$ делянками *K*. В виду этого, при посеве сериями, в общем, происходит менее точное сравнение сорта со стандартом, нежели при посеве повторениями.

Затем при посеве сериями опыт теряет в своей экологической репрезентативности. Здесь сорт сравнивается с *K* в очень узкой амплитуде почвенных условий площадки, занимаемой серией, и перенос данных опыта даже на условия участка, занимаемого всем сортоиспытанием, делается с некоторой натяжкой. Это, конечно, сильно обесценивает данные опыта.

При посеве повторениями делянки каждого сорта и сопутствующие им пары делянок *K* разбрасываются на всей площади участка, занимаемого опытом, и сравниваются с ними во всем многообразии условий участка. Вследствие этого, выводы из опыта становятся более обоснованными.

При расположении опыта сериями сравнение между собою сортов разных серий возможно только через *K*. Между тем, как бы мы ни выбирали *K*, всегда между сортом и стандартом могут быть различия в реакции на условия почвы. Поэтому, данные сравнения сортов разных серий будут не только не точны, но при этом возможны и односторонние ошибки, размер и направление которых трудно или даже невозможно учесть. Математически мы будем иметь при приведении большею частью экстраполяцию и связанную с нею опасность односторонних ошибок.

Наконец, при расположении опыта сериями совершенно исключается непосредственное сравнение между собою сортов разных серий. В виду того, если стандарт по той или другой причине частично или полностью теряет свое значение, то тем самым частично или полностью теряется и возможность сравнения сортов разных серий.

Промежуточное положение занимает смешение принципов расположения сериями и повторениями. Однако, недостатки сериального расположения всегда проявляются в большей или меньшей степени.

Мы не знаем какими соображениями руководились Заленский и Костецкий, предложившие сериальные посевы, но позднее Ракочи[1] указывает, как преимущество сериальных посевов то обстоятельство, что „приведение“ здесь делается не по парам делянок стандартов разных повторений, которые могут варьировать от разных причин, а по средним стандартов серий „свободным от влияния случайных факторов“. Это заблуждение весьма характерно для многих приверженцев сериальной системы посевов, а потому мы вынуждены на нем остановиться подробнее.

Прежде всего, никто не мешает при посеве повторениями делать „приведение“ не по отдельным парам делянок *K*, а по средним из всех пар делянок *K*, сопутствующих данному сорту во всех повторениях. При разностном методе мы получим при этом те же самые результаты, как и путем приведения по парам делянок. Точно также тождественные резуль-

[1] Ракочи.—К вопросу о методике и технике полевого опыта при сравнительных испытаниях сахарной свеклы. Сборник С.С.У, 1928, № 5.

таты получим мы и при методе приведения по уравнению прямолинейной регрессии, изложенной ниже, и, безусловно, наиболее правильном.

Таким образом, как и при посеве сериями, так и посеве повторениями мы с одинаковым успехом можем делать приведение по средним всех стандартов. Однако, вопреки мнению Р а к о ч и, средние эти в обоих случаях не свободны от случайных ошибок отдельных пар делянок K. Средние и в этом и другом случае, конечно более точны, чем отдельные даты. Их ошибка, в среднем, равна $1/\sqrt{n}$ ошибке. отдельной даты.

Совершенно аналогично ошибка будет редуцироваться и при поделяночном приведении с последующим выведением средних. Однако, „ошибка приведения", т. е. внесение поправок в средние сортов, на основании отклонений стандарта от его общей средней при посеве повторениями, будет всегда меньше, нежели при посеве сериями. Прежде всего, при посеве повторениями, мы обычно имеем большее число делянок стандарта, сопутствующих делянкам каждого сорта. Однако, если отбросить это обстоятельство, то и тогда при посеве сериями мы имеем большую ошибку приведенных величин.

Дело в том, что независимо от того, разбросаны-ли повторения каждого суб-опыта по всему участку, занимаемому сортоиспытанием или высеяны сериями, ошибка сравнения отдельной делянки сорта с парой K остается, в среднем, одинаковой. Если же мы выводим среднюю из ряда таких сравнений, то при разбросанном расположении повторений величина $\bar{r}$ в формуле $\epsilon^2 = \frac{\sigma^2}{n}\left\{1+(n-1)\,\bar{r}\right\}$ равна нулю, или даже меньше нуля, а при посеве сериями всегда больше 0.

Кроме того, не следует забывать, что приводя по K данные сериальных посевов, мы допускаем, что сравнительная урожайность сортов и K, имеющая место в слабо изменяющихся условиях серии, остается неизменной и в пределах более широкой амплитуды условий всего сортоиспытания. Иными словами, делая приведение по K при сериальных посевах, мы всегда экстраполируем, рискуя сделать одностороннюю ошибку. Ошибка эта может быть тем больше, чем дальше идет экстраполяция, т. е. чем сильнее разнообразие условий разных серий.

При посеве повторениями, когда повторности каждого суб-опыта разбросаны во всем разнообразии условий поля, приведение по K является интерполяцией и не связано с угрозой односторонних ошибок.

В виду всех изложенных соображений, мы считаем посев сериями определенно дефектным методом постановки опыта со стандартом и рекомендуем пользоваться исключительно посевом повторениями.

При дальнейшем рассмотрении теории постановки опыта с K, мы будем трактовать последнюю лишь в применении к посеву повторениями, когда повторности каждого суб-опыта разбросаны по одному по всему полю, а сами суб-опыты чередуются друг с другом в шахматном порядке.

К расположению опыта повторениями мы должны предъявлять те-же требования, что и при постановке опыта без K. Точно так же, как и при постановке опыта без K, повторения опыта могут быть или разбросаны, или расположены сплошь.

При сплошном расположении опыта, расположение опыта в одну полосу при введении K более приемлемо, нежели в опытах без K. Если же опыт ставится на нескольких полосах, то делянки сортов должны быть расположены в шахматном порядке. Равно делянки K разных полос должны быть смещены, а не лежать друг против друга. Точно так-же, как и в опыте без K, все работы по опыту должны быть организованы так, чтобы не нарушить однородности условий в пределах каждого повторения.

Для иллюстрации принципов расположения опыта со стандартом приводим в нижеследующей таблице правильное расположение опыта с 15 сортами в 10 повторениях и с K через три делянки.

Таблица 32

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K				*K*					
1		*K*		4		*K*			*K*
2	*K*	13		5	*K*	7		*K*	10
3	7	14	*K*	6	1	8	*K*	4	11
K	8	15	10	*K*	2	9	13	5	12
4	9	*K*	11	7	3	*K*	14	6	*K*
5	*K*	1	12	8	*K*	10	15	*K*	13
6	10	2	*K*	9	4	11	*K*	7	14
K	11	3	13	*K*	5	12	1	8	15
7	12	*K*	14	10	6	*K*	2	9	*K*
8	*K*	4	15	11	*K*	13	3	*K*	1
9	13	5	*K*	12	7	14	*K*	10	2
K	14	6	1	*K*	8	15	4	11	3
10	15	*K*	2	13	9	*K*	5	12	*K*
11	*K*	7	3	14	*K*	1	6	*K*	4
12	1	8	*K*	15	10	2	*K*	13	5
K	2	9	4	*K*	11	3	7	14	6
13	3	*K*	5	1	12	*K*	8	15	*K*
14	*K*	10	6	2	*K*	4	9	*K*	7
15	4	11	*K*	3	13	5	*K*	1	8
K	5	12	7	*K*	14	6	10	2	9
	6	*K*	8		15	*K*	11	3	*K*
	K		9		*K*		12	*K*	
			K				*K*		

Методы приведения

Пользуясь *K* для сравнения с ним сортов и для сравнения сортов между собою через посредство *K*, мы предполагаем, что между датами урожаев делянок сорта и сопровождающих их делянок *K* существует какая-то функциональная зависимость, т. е.

$$Y = f(K).$$

Мы можем придавать различный вид этой зависимости и, найдя коэфициенты уравнения по методу наименьших квадратов, находить приведенную величину урожая сорта по равенству

$$\overline{Y}^1 = f(\overline{K}_j)$$

где: $\overline{Y}_i^1$ — исправленная по стандарту средняя сорта, а $\overline{K}_i$ средне-арифметическая всех делянок стандарта во всем опыте.

Самым старым методом приведения по стандарту является разносный метод, основаный на равенстве

$$Y = K + A$$

где: *Y*—урожай сорта, *K*—урожай стандарта и *A*—константа, вычисляемая как средняя арифметическая разностей между датами поделяночных урожаев сорта и соответствующих им показаний *K*, т. е.

$$A = \frac{1}{n} \Sigma (Y - K)$$

приведенный же урожай сорта $\overline{Y}_i^1$ определится из равенства

$$\overline{Y}_i = \overline{K}_0 + \overline{A}_i \text{ или } \overline{Y}_i^1 = \overline{Y}_i + (\overline{K}_0 - \overline{K}_i),$$

—где: $\overline{K}_i$ означает среднюю из показателей всех *K*, сопутствующих сорту *i*.

Пусть, например, средний урожай сорта будет $\overline{Y}=15$, а средняя всех показателей сопутствующих K, т. е. $\overline{K}_l=13$ $A_l=15-13=2$.

Если средний урожай всех делянок K в опыте $\overline{K}_0=17$, то приведенный урожай сорта $\overline{Y}_i^l=17+2=19$ или $\overline{Y}_i^l=15+(17-13)=19$

Что касается ошибки приведенной величины, то поскольку величину $\overline{K}_0$ мы можем принять точной, она равна ошибке величины A, т. е. разности двух серий дат. Вычисляется она следующим образом.

Пусть мы имеем:

Поделяночные урожаи сорта	19	16	13	12
Сопутствующие им показатели	16	15	10	11
Разность	3	1	3	1

Для ряда разностей имеем $A_l=2$; $\Sigma_d^2=4$; $\sigma_d^2=1{,}3333$; $\sigma_d^2=0{,}3333$ и $\epsilon_d=0{,}567$. Таким образом, получаем $A_l\pm\epsilon=2+0{,}57$.

Поскольку колебания рядов разностей между поделяночными урожаями всех сортов опыта и сопутствующих им показателями K вызываются одними и теми же причинами, целесообразно пользоваться обобщенной ошибкой разности, вычисляемой по равенству:

$$\overline{\epsilon}_d=\sqrt{\frac{1}{m}\left(\epsilon_1^2+\epsilon_2^2+\ldots+\epsilon_m^2\right)}$$

$$\text{или } \overline{\epsilon}_d^2=\frac{\sum^m\sum^n\Sigma_d^2}{mn(n-1)}.$$

Перейдем теперь к вопросу о том, как определить самые показатели K. Самый старый способ нахождения показателей K (Заленского и Костецкого) для сравнения с поделяночными урожаями сортов состоит в том, что поделяночные урожаи сортов сравниваются с средне-арифметическим из дат урожаев двух делянок K, между которыми лежит сорт.

Пусть K расположен через три делянки. Тогда мы имеем схему

K	1	2	3	K_2	4	5	6	K_3	и т. д.

В ней за показатель K для всех сортов, хотя-бы 1,2,3 берется одна и та же величина $\frac{K_1+K_2}{2}$.

Если можно согласиться с этим показателем для сравнения с делянкой 2-го сорта, то совершенно очевидно, что для делянки хотя бы 3-го сорта она будет неточной. Эта делянка ближе лежит к делянке K_2, чем K_1 а потому, при выведении средней величины K_2, должен быть придан больший вес, нежели K_1. Левшиным (1926) предложено было придавать при выведении средней веса величинам K_1 и K_2 обратно-пропорциональные расстояниям между делянками сорта и соответствующего K. В нашем примере по Левшину

$$K=\frac{K_1+3K_2}{4}$$

Левшин исходит при этом из гипотезы, что почвенное плодородие на небольших расстояниях изменяется линейно. Между тем, изменение плодородия иногда далеко не прямолинейно, а затем не следует забывать, что величины K обусловлены не только колебанием плодородия почвы, но и техническими ошибками опыта.

В виду этого, придание величинам K весов, обратно пропорциональных расстояниям между делянками, пожалуй, столь же мало обосновано, как и вычисление простой (не взвешенной) средней.

Наиболее точно веса каждого K при выведении средней могут быть определены при условии:

$$\Sigma[y - ax - (1-a)z]^2 = \text{minimum},$$

где: y — ошибки делянок сорта, x и z ошибки отдаленного и ближайшего K и a и $(1-a)$ — веса K.

Путем довольно простых выкладок (которые опускаем) получаем:

$$a = \frac{r_{xy} + 1 - r_{yz} - r_{xz}}{2 - 2r_{xz}}$$

где величины r означают коэфициенты корреляции между делянками в нашей схеме.

Вычисление их не представляет больших затруднений. Покажим это на конкретном примере предыдущей главы по таблице 29. Там были высчитаны $\sigma^2_{10} = 610{,}331$; $\sigma^2_2 = 378{,}128$ и $\sigma^2_0 = 320{,}060$.

По этим данным вычисляем:

$$r_0 = 1 - \sigma^2_0/\sigma^2_{10} = 0{,}475 \text{ и } r_1 = 1 - \sigma^2_2/\sigma^2_{10} = 0{,}380.$$

Интерполируя между этими величинами по прямой, получаем:

$$r_1 = 0{,}452;\ r_2 = 0{,}428 \text{ и } r_3 = 0{,}404$$

Замечая, что в нашей схеме $r_{xy} = r_3$, $r_{yz} = r_1$ и $r_{xz} = r_4$, получаем:

$$a = \frac{1 - 0{,}404 - 0{,}452 - 0{,}380}{2(1 - 0{,}380)} = 0{,}461.$$

Все это вычисление основано на предположении, что связность падает прямолинейно с увеличением расстояния между делянками в небольшом интервале межстандартного пространства. Это предположение подтверждается данными дробного учета. Во всяком случае, гипотеза о прямолинейном падении связности ближе к истине, нежели гипотеза о прямолинейном изменении плодородия поля. Отсюда и веса урожаев делянок определяются по сопряженности точнее, нежели по методу, предложенному Левшиным.

Само собою разумеется, что веса могут быть определены еще более точно путем вычисления величин r по датам не только K, а и сортов. Но это связано с весьма трудоемкими вычислениями, а дает очень мало. Не следует забывать, что различия в урожайности соседних делянок K при хорошей технике опыта обычно невелики, так что небольшие изменения в величинах весов мало отражаются на результатах вычисления.

Следует отметить только, что несмотря на неравенство расстояний между делянками веса обоих дат делянок K имеют некоторую тенденцию к равенству.

В формуле

$$a = \frac{1 + r_{xy} - r_{yz} - r_{xz}}{2 - 2r_{xz}}$$

r_{xy} представляет коэфициент корреляции между урожаями ближайших делянок K, т. е. одного и того же сорта. Между тем, все остальные r характеризуют сопряженность между делянками сорта и K, т. е. разных сортов. В виду этого, r_{xz} имеет тенденцию быть несколько выше, чем ему полагается по растоянию между делянками. Легко видеть, что с увелечением r_{xz}, a увеличивается.

Второй способ приведения по K основан на равенстве

$$Y = BK.$$

Принимается, что при варьировании урожаев делянок сорта и показателей K между ними остаются постоянными не разности (как предполагалось в первом разностном способе), а отношения.

Левшин определяет величину B из равенства

$$B_i = \frac{1}{n}(Y_1/K_1 + Y_2/K_2 + \ldots + Y_n/K_n)$$

Более правильно величина определяется из условия $\Sigma(Y - BK)^2 = \text{minimum}$

откуда $$B = \Sigma YK/\Sigma K.$$

Ошибка же приведенной величины определится из равенства

$$\epsilon_d^2 = \frac{1}{n}\left\{\Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma YK)^2}{\Sigma K^2}\right\}$$

Мы не будем далее разбирать способа приведения по отношениям. Дело в том, что вычислительная работа, связаная с этим методом, почти тождественна с таковой при более точном методе приведения по уравнению прямолинейной регрессии. Вследствие этого есть прямой смысл, если уже итти на сложную вычислительную работу, то пользоваться и наиболее точным методом. Кроме того, метод отношений часто дает большую ошибку, нежели разностный метод. После того, как Левшиным был предложен метод отношений, Корбутом было произведено сравнение нового метода с разностным на данных сортоиспытаний Верхнячской станции. Для этого данные сортоиспытаний были обсчитаны обоими способами и результаты сравнены между собой.

Сопоставление средних по сортам после приведения обоими способами показало, что обоими способами получаются очень близкие приведенные средние. Что касается величины обобщенной ошибки, то при разностном методе она получилась меньше, нежели при методе отношений. Аналогичные результаты получились и в наших обсчетах сортоиспытаний хлопчатника.

В виду приведенных соображений мы считаем, что если исследователь не имеет возможности обработать данные опыта по методу прямолинейной регрессии, описанному ниже, то ему следует обрабатывать их разностным методом. Проще всего при этом за показания K взять для всех сортов простую среднюю соседних делянок K. Небольшое уточнение дает взвешивание по коэфициентам корреляции. Последние следует вычислять только по делянкам K, что делается довольно просто.

Наиболее же точные результаты мы можем получить, делая приведение по уравнению прямолинейной регрессии.

Метод прямолинейной регрессии исходит из гипотезы

$$Y = A + BK$$

Описанные выше методы разностей и отношений являются, по существу, лишь частными случаями метода прямолинейной регрессии.

Если $B = 1$, то мы имеем $Y = A + K$, т. е. уравнение разностного метода. Если $A = 0$, то мы имеем $Y = BK$, т. е. уравнения метода отношений. Между тем, как правило $B \neq 1$ и $A \neq 0$.

Если мы обозначим ошибку делянки через сорта y и ошибку показателя K через x, то уравнение прямолинейной регрессии будет $y = bx$, где: $b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2}$ — коэфициент регрессии y по x.

Отсюда ошибка уравнения определится по величине:

$$\Sigma(y - bx)^2 = \Sigma y^2 + b^2\Sigma x^2 - 2b\Sigma xy.$$

Таблица 33

Поделяночные урожаи 10 сортов и соответствующие им показатели стандарта в выборке из опыта с сортами Михалевича

Сорт	Повторения												S_n^y	$\frac{\Sigma v^2}{\Sigma x^2}$	$\sum xy$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1 $\frac{y}{x}$	31,3 / 38,5	39,0 / 39,8	38,0 / 48,1	41,7 / 43,2	33,7 / 41,9	30,4 / 39,2	36,5 / 41,7	39,1 / 40,5	40,2 / 47,0	49,0 / 45,4	34,2 / 40,6	32,1 / 41,9	445,2 / 507,8	16 821,58 / 21 591,66	18 943,31
4 $\frac{y}{x}$	33,3 / 39,2	43,3 / 43,5	38,2 / 48,4	35,5 / 40,0	43,0 / 38,7	40,2 / 35,7	38,4 / 40,5	48,2 / 43,4	42,3 / 43,4	44,5 / 46,2	50,0 / 44,3	40,9 / 44,8	497,5 / 508,1	20 882,57 / 21 654,97	21 130,10
7 $\frac{y}{x}$	38,4 / 41,5	42,5 / 43,6	44,2 / 48,4	37,5 / 40,5	38,0 / 37,9	35,5 / 36,8	34,6 / 37,5	45,7 / 46,7	41,0 / 40,2	47,5 / 44,6	50,9 / 44,1	38,5 / 37,5	494,3 / 499,3	20 640,91 / 20 940,07	20 738,06
10 $\frac{y}{x}$	29,6 / 38,2	36,7 / 47,1	37,1 / 48,8	36,1 / 42,6	33,0 / 39,7	27,7 / 37,5	29,5 / 37,6	43,4 / 51,0	34,5 / 41,0	35,5 / 42,7	33,7 / 44,6	34,1 / 42,2	410,9 / 513,0	14 261,77 / 22 145,24	17 751,47
14 $\frac{y}{x}$	40,3 / 40,1	44,2 / 48,6	47,7 / 47,8	45,4 / 46,3	41,2 / 41,5	38,5 / 36,4	38,3 / 39,0	47,8 / 46,6	45,0 / 43,9	45,7 / 44,3	43,0 / 45,7	36,4 / 38,1	513,5 / 518,3	22 133,05 / 22 568,07	22 330,56
18 $\frac{y}{x}$	39,6 / 40,9	45,6 / 44,0	41,2 / 46,1	43,2 / 41,7	41,7 / 40,8	35,7 / 38,6	36,2 / 41,0	42,4 / 42,3	42,5 / 45,0	37,7 / 40,9	43,8 / 43,4	38,8 / 40,2	488,4 / 504,2	19 984,20 / 21 295,21	20 599,01
21 $\frac{y}{x}$	36,1 / 38,3	37,6 / 43,4	41,3 / 45,4	39,9 / 44,3	36,5 / 44,8	36,7 / 40,4	34,0 / 43,0	39,2 / 43,0	36,0 / 41,8	41,9 / 44,1	42,2 / 45,9	40,0 / 45,2	461,4 / 519,6	17 818,90 / 22 553,20	20 020,11
24 $\frac{y}{x}$	34,1 / 33,7	46,6 / 43,9	43,8 / 41,6	36,0 / 40,5	43,7 / 43,7	36,6 / 36,0	34,0 / 37,7	40,4 / 43,0	42,9 / 42,8	43,1 / 45,7	44,8 / 44,8	41,8 / 45,8	487,8 / 499,2	20 038,52 / 20 934,70	20 488,55
27 $\frac{y}{x}$	37,6 / 32,7	45,1 / 43,3	44,8 / 39,1	39,0 / 40,1	40,1 / 38,1	39,4 / 35,6	33,2 / 32,9	39,4 / 44,0	38,7 / 41,1	50,0 / 49,2	43,2 / 44,3	43,6 / 43,4	494,1 / 483,7	20 555,67 / 19 774,28	20 110,83
30 $\frac{y}{x}$	31,3 / 35,3	35,7 / 41,9	40,9 / 40,8	38,3 / 41,6	37,5 / 42,5	36,0 / 38,3	30,0 / 34,8	43,5 / 45,1	40,0 / 42,3	42,5 / 46,9	41,4 / 43,7	38,4 / 43,5	455,5 / 496,7	17 483,15 / 20 705,93	19 005,95
S_m $\frac{y}{x}$	351,6 / 378,4	416,0 / 439,5	417,2 / 454,5	392,6 / 420,8	388,4 / 409,6	356,7 / 374,5	344,7 / 385,7	429,1 / 445,6	403,1 / 428,5	437,4 / 450,0	427,2 / 441,4	384,6 / 422,6	4748,6 / 5050,7	19 0620,32 / 21 4163,33	20 1077,95

Анализ данных опыта с K по методу прямолинейной регрессии лучше всего вести, руководясь приемами анализа сопряжения[1].

Весь ход необходимых для этого вычислений мы покажем на выборке в 10 сортов с сопутствующими им показателями K.

Выборка сделана из данных сортоиспытания 51 сорта в Верхнячке.

В таблице 33 приведены для каждого сорта урожаи делянок в 12 повторениях y и под каждой датой записана средняя взвешенная (по Левшину) урожаев двух делянок стандарта x.

В дальнейшем в таблице проведена обычная обработка данных y и x, т. е. подсчитаны по строкам и столбцам общая сумма первых степеней и квадратов, ΣS^2 и ΣS^2. Кроме того, по каждой строке высчитана сумма произведений пар дат y и x и все эти суммы подытожены внизу столбца Σ_{xy} таблицы. Высчитаны также $\Sigma S_{(y)} S_{(x)}$ и $\Sigma S_{(y)} S_{(x)}$. Произведя все эти вычисления, мы получаем следующие результаты:

Таблица 34

y^2	x	xy
$\Sigma_{mn} = 190\,620{,}32$	$= 214\,163{,}33$	$\Sigma_{mn} xy = 201\,077{,}95$
$S_n = 2\,263\,551{,}26$	$= 2\,552\,012{,}97$	$\Sigma S_{(y)} S_{(x)} = 2\,397\,733{,}84$
$S_m = 1\,890\,128{,}88$	$= 2\,134\,521{,}49$	$\Sigma SS = 2\,008\,021{,}45$
$S_t = 4748{,}6$	$= 5\,050{,}7$	

Используя эти числа, мы можем составить нижеследующую таблицу.

Таблица 35

Анализ рассеяния и сопряжения урожаев сортов и стандартов сортоиспытания сахарной свеклы

Рассеяние	Степени свободы	y^2	x^2	xy	$y^2 + b^2x^2 - 2bxy$
Общее	119	2710,30	1583,58	1213,33	
Между сортами	9	719,26	87,99	—53,46	800,30
Между повторениями	11	1102,87	872,30	937,53	
Случайное	99	888,17	623,29	329,26	714,23

Графы y^2 и x^2 таблицы не требуют почти пояснений, это обычный анализ рассеяния, описанный выше. Высчитывая средние квадраты рассеяния между сортами $\sigma^2_v = 79{,}92$ и случайного $\sigma^2_z = 8{,}97$, мы можем убедиться, что различия между сортами выявляются вполне достоверно и без применения стандарта. Для величин x мы имеем $\sigma^2_v = 9{,}78$ и $\sigma^2_z = 6.30$, т. е. сортовые различия недостоверны. Так и должно быть, ибо мы имеем здесь дело со средними выборок одного и того же сорта.

Графа xy требует пояснений. В ней приведен анализ совместного варьирования или *анализ сопряжения* серий y и x. *Общее сопряжение* численно характеризуется как

$$\frac{nm\Sigma XY - S_t S_t}{nm} = 1213{,}33.$$

[1] Фишер.—Статистические методы для исследователей. (Русское литографир. издание Центр. с-х. библиотеки при ВАСХНИЛ), 1932 стр. 188, § 41.

Сопряжение между сортами численно характеризуется как

$$\frac{m\Sigma SS - S_t S_t}{\underset{n\ n}{} \quad mn} = -53{,}46.$$

Сопряжение между повторениями численно равно:

$$\frac{n\Sigma SS - S_t S_t}{\underset{m\ m}{} \quad mn} = 937{,}53,$$

где: SS, SS и S_tS_t — произведения соответствующих сумм y и x.
nn mm

Наконец, остаточное рассеяние равно:

$$\Sigma\{Y + Q_{(y)} - \overline{Y} - P_{(y)}\}\{X + Q_{(x)} - \overline{X} - P_{(x)}\}$$

и получается путем вычитания из общего сопряжения величин сопряжений между сортами и повторениями.

Таким образом, мы имеем в остатках: $\Sigma y^2 = 888{,}17$; $\Sigma x^2 = 623{,}29$ и $\Sigma xy = 329{,}26$. По этим данным мы можем вычислить коэфициент регрессий y по x:

$$b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = \frac{329{,}26}{623{,}29} = 0{,}528\,261.$$

Пользуясь этим коэфициентом, мы можем внести поправки, как в отдельные даты, так и средние урожаев сортов по равенству:

$$y^1 = y - bx.$$

Анализ рассеяния величин y^1 мы можем провести и не вычисляя исправленных значений всех дат, а определив суммы квадратов всех рассеяний по равенству:

$$\Sigma y'^2 = \Sigma y^2 + b^2\Sigma x^2 - 2b\Sigma xy.$$

Это сделано для рассеяния между сортами и случайного в последней графе таблицы.

Рассматривая ее мы видим, что сумма квадратов рассеяния между сортами увеличилась с 719,26 до 800,300 и средний квадрат с 79,92 до 88,92.

Сумма квадратов случайного рассеяния здесь уменьшилась с 888,17 до 714,23. Вычисляя средний квадрат случайного рассеяния, мы должны разделить 714,23 не на 99, а на 98, так как одна степень свободы потрачена на вычисление коэфициента регресии b. Несмотря на уменьшение делителя, средний квадрат здесь уменьшается с 8,97 до 7,29.

Введение K дало здесь такую-же точность опыта, как $\frac{8{,}97 \times 12}{7{,}29} = 14{,}75$-кратная повторность вместо фактически примененной 12-кратной. Иными словами, использование данных повысилось на 23%. Между тем, число делянок, а в месте с тем и работа по проведению опыта увеличилось на 33%. Как видим, введение K в этом опыте дает меньший эффект в смысле точности сравнения сортов между собою, нежели увеличение повторности.

Если же мы применим к нашему примеру вместо приведения по линии прямолинейной регрессии разностный метод приведения, то получим $\sigma^2_z = 8{,}66$, вместо 8,97, или что то же получим при применении стандарта ошибку опыта, соответствующую 12,6 повтореиям. Как видим, разностный метод дает меньший эффект применения стандарта.

К вопросу об эффективности применения K мы вернемся ниже. Здесь же мы остановимся на определении весов делянок K при выведении взвешенной средней с целью нахождения показателей K, соответствующих делянкам сортов, различно расположенных в пространстве между сосед-

ними делянками K. Эти веса, при приведении по уравнению прямолинейной регрессии, мы можем найти, исходя из выражения:

$$\Sigma(y - ax - bz)^2 = \text{minimum}.$$

Получаем:

$$a = \frac{r_{xy} - r_{xz} r_{yz}}{1 - r^2_{xz}} \text{ и } b = \frac{r_{yz} - r_{xy} r_{yz}}{1 - r^2_{xz}}$$

В нашем примере на стр. 106 $r_{xy} = 0{,}404$, $r_{xz} = 0.380$ и $r_{yz} = 0{,}452$. Подставляя эти величины в формулы, получаем: $a = 0{,}271$ и $b = 0{,}349$. Отсюда, уравнение регрессии

$$y = 0{,}271x + 0{,}349z.$$

Для практики вычисления мы можем принять веса делянок при выведении взвешенной средней равными

$$a^1 = \frac{a}{a+b} = \frac{0{,}271}{0{,}620} = 0{,}437 \text{ и } 1 - a^1 = 0{,}563$$

Тогда уравнение регрессии примет вид:

$$v = B\{a^1 x + (1 - a^1) z\}.$$

Величины весов мы можем определить по стандартам, как это описано было выше. Что касается величины B, то ее следует найти путем анализа сопряжения. Метод прямолинейной регрессии практически всегда дает более точные результаты, нежели разностный метод или метод отношений. В виду этого во всех случаях, когда исследователь может провести сравнительно сложные вычисления, связанные с этим методом, следует применять именно его.

В практике метода работа разделяется на следующие части. Прежде всего, выписав в отдельную таблицу поделяночные урожаи K всего опыта, мы вычисляем теоретические значения коэфициентов корреляций для различных расстояний между делянками. По ним мы устанавливаем веса делянок K для выведения показателей, соответствующих различно расположенным делянкам сортов. Хотя этот прием определения весов и является до известной степени искусственным, но он дает веса с достаточной точностью, особенно если принять во внимание, что урожаи соседних делянок K мало различаются между собой.

После этого мы вычисляем показатели K и составляем таблицу, аналогичную нашей таблице 33. Произведя необходимые подсчеты, составляем таблицу для анализа рассеяния сопряжения.

Высчитав коэфициент регрессии B, вводим поправки в средние сортов. Квадратические ошибки этих исправленых средних вычисляются по σ^2_z, получающейся после поправки на сопряжения. Эти ошибки представляют ошибки сравнения сорта с K. Квадратическая ошибка сравнения сортовых средних между собою в $\sqrt{2}$ раза больше.

Эффективность K

В приведенной выше выборке из опыта Михалевича с сортами сахарной свеклы мы при наилучшем использовании K путем анализа сопряжения пришли к заключению, что введение K повысило точность сравнения сортов между собою в меньшей степени, нежели соответствующее по затрате труда увеличение повторности. Чтобы определить свое отношение к стандартному методу, мы должны исследовать на более обширном материале, насколько распространено подобное явление и сделать отсюда заключение, насколько целесообразно вводить K с целью повышения точности сравнения между сортами.

Для ответа на этот вопрос мы обработали методом приведения по прямой довольно обширный материал и получили следующие результаты.

1. Опыт Михалевича в Верхнячке с 51 сортом в 12 повторениях, выборку из которого мы провели выше. При обработке всего материала мы выбросили даты двух сортов, как подозрительные по наличию грубых ошибок. Обработав остальные данные, мы получили следующий анализ рассеяния и сопряжения.

Сортоиспытание в Верхнячке в 27 году 49 сортов в 12 повторениях Стандарт через 3 делянки — интерполирован.

Таблица 36

Анализ рассеяния и сопряжения

Рассеяние	Суммы квадратов и произведений				
	y^2	x^2	xy	$y^2+b^2x^2+2bxy$	v
Общее	10392,71	6902,04	5003,03	6955,47	586
Между сортами	2067,54	231,93	84,24	2234,31	48
Между повторениями . .	3258,19	2871,15	2962,62	842,41	11
Остаток	5066,98	3798,96	2124,63	3878,75	527

$b = 0{,}559266$; $b^2 = 0{,}312778$; $2b = 1{,}118532$

Делая необходимые вычисления, мы получаем, обрабатывая данные без K: средний квадрат рассеяния между сортами $\sigma_v^2=43{,}07$ и средние квадрат случайного рассеяния $\sigma_z^2=9{,}58$. Обрабатывая данные с K, мы получае $\sigma_v^2=46{,}55$ и $\sigma_z^2=7{,}36$.

Применяя K, мы получаем здесь такой же эффект, как, поставив вместо 12,12 $\frac{9{,}58}{7.36}=15{,}6$ повторения, т. е. выигрыш равен 30%, тогда как при введении K работа увеличилась на 33,3%.

2. Дробный учет Михалевича. Так мы называем полученные от него данные поделяночных урожаев K в одном большом сортоиспытании. Опыт был поставлен 2 рядковыми делянками по 120 лунок каждая и расположен в 11 полос таким образом, что делянки K всех полос лежали друг против друга. Михалевич любезно прислал нам поделяночные урожаи всех делянок K, и мы использовали эти данные, как большой дробный учет с промежутками между делянками. Мы обращаем особое внимание на эти данные, так как в распоряжении всех станций имеются аналогичные данные за много лет и анализ их может осветить специфические особенности полей станции и выявить специфические особенности методики полевого опыта на данном типе почв.

Для наших целей мы использовали данные Михалевича, наложив на дробный учет опыт с 63 „сортами“ в 11 повторениях и K через делянку, расположив делянки каждого сорта в шахматном порядке. Обработав эти данные, мы получим следующую таблицу.

Таблица 37

Дробный учет Михалевича 63 „сорта“ в 11 повторениях и стандарт через делянку

Рассеяние	Число степеней свободы	y^2	x^2	xy	$y^2+b^2x^2-2bxy$
Общее	692	477 110	1 454 562	416 425	360 412,67
Между сортами	62	29 775	109 748	17 784	27 642,31
Между повторениями .	10	78 658	352 217	155 788	23 510,28
Случайное	620	368 677	992 597	242 853	309 260,10

$b = 0{,}244664$; $b^2 = 0{,}059860$; $2b = 0{,}489328$.

Без стандарта $\sigma_v^2 = 480$ и $\sigma_z^2 = 595$,
Со стандартом „ $= 446$ и „ $= 500$.

Как видим, мы получаем как при анализе данных без стандарта, так и с ним несколько большую величину σ_z^2; нежели σ_v^2. Между тем в дробном учете они должны быть равны между собою. Это говорит, что при повторности ошибки дат отдельных делянок несколько балансируются между собою. Если мы подсчитаем эффект введения K по теоретическим ошибкам, то получим его равным 19%. По фактическим же ошибкам (σ_v) эффективность введения K равна лишь 7,5%. Здесь фактически K был расположен не через одну, а через 7 делянок, так что введение K увеличило работу на 14,5%. Фактическое уменьшение ошибки от введения K меньше, нежели от соответствующего увеличения повторности.

3. Аналогичным образом мы использовали также дробный учет сахарной свеклы Immer'a, наложив на 600 делянок его опыт с 29 сортами в 10 повторениях и со стандартом через делянку. После обработки данных мы получили: без K $\sigma_v^2 = 44{,}68$; $\sigma_z^2 = 78{,}59$;
с K „ $= 42{,}27$; „ $= 76{,}01$.

Как видим и по фактическим, и по теоретическим ошибкам — эффект K ничтожен.

4. Наконец, мы использовали для выяснения значения K дробный учет свеклы Рожественского, наложив на него опыт с 27 „сортами" в 8 повторениях и с K через делянку и получили:

Таблица 38

Рассеяние	y^2	x^2	xy	$x^2 + b^2x^2 - 2bxy$	v
Общее	2 028 231	7 676 172	3 423 474	—	215
Между сортами . . .	96 570	253 980	98 883	58 073	26
Между повторениями	1 161 019	5 066 332	2 402 018	—	7
Случайное	770 614	2 355 860	922 573	409 328	6 282

$b = 0{,}391608$

Без K имеем $\sigma_v^2 = 3577$ и $\sigma_z^2 = 4234$;
с K „ „ $= 2234$ и „ $= 2261$.

Эффект K по теоретической ошибке равен 87% и по фактической 60%. Между тем введение K увеличило работу на 100%.

Как здесь, так и в двух других примерах мы брали, как показатель K, сумму делянок. Этим объясняются большие числа граф в анализе рассеяния и сопряжения.

Как видим из приведенных примеров, введение K всюду дает меньший эффект, нежели соответствующее увеличение повторности. В действительности эффект этот еще меньше, так как, введя K, мы всюду увеличили число делянок в повторении и тем понизили точность опыта без K. Кроме того, мы всюду рассчитывали эффективность повторности по формуле $\epsilon = \sigma/\sqrt{n}$, а фактически повторность дает иногда гораздо больший эффект. В этом мы могли убедиться как на примере кормовой свеклы в главе величине и форме делянки, так и в приведенных здесь данных дробных учетов. Так, в первом примере мы имеем для K: $\sigma_v^2 = 4{,}93$ и $\sigma_z^2 = 7{,}20$, т. е. 12 повторений дают такую же точность опыта, как 17,5. Во втором примере для „сортов" 11 повторений фактически дают эффективность 13,6. В третьем примере 10 повторений дают эффект 17,5 и в 4-м 8 повторений равносильны 9,4.

Как видим, всюду фактическое значение повторности выше, чем можно ожидать по формуле $\epsilon = \sigma/\sqrt{n}$.

Наконец, не следует упускать из виду того обстоятельства, что в трех приведенных примерах мы имеем дело с дробным учетом, т. е. как „сорт", так и K представлены одним и тем же сортом. В практике сортоиспытания реакция сорта и K на изменяющиеся условия среды не может быть одинакова, а потому эффективность введения K должна быть еще ниже.

Все проработанные материалы приводят нас к выводу, что применение K даже при лучшем способе его использования по уравнению прямолинейной регрессии дает меньший эффект, нежели увеличение повторности, соответствующее введению дополнительных делянок K. Это заключение мы можем положить в основу наших соображений при организации сортоиспытания. Если мы ставим опыт с сортами, количество семян которых ограничено, то мы должны стремиться к повышению точности опыта прежде всего уменшением размера делянки и увеличением повторности. Идя в этом направлении, мы приходим в тупик, уперевшись в минимальный размер делянки, дальнейшее снижение которого невозможно по методическим и техническим соображениям. Если получающаяся при этом размере делянки и повторности ошибка опыта оказывается еще слишком большой, то дальнейшего повышения точности опыта мы можем достигнуть только введением K. Недостаточное количество семян мы имеем обычно при испытании потомств отдельных растений и при их испытании стандартная система постановки опыта является, в большинстве случаев, совершенно обязательной. Что касается испытания марок маточных и фабричных семян в коллективных испытаниях, то здесь применение K нецелесообразно. Можно с полной уверенностью утверждать, что в громадном большинстве случаев мы получим более точный опыт, применяя 12 повторений, нежели 10 повторений и K через 4 делянки.

Автор однако рекоменлует перевод коллективных сортоиспытаний на бесстандартный метод провести постепенно.

Дело в том, что безусловно в методику коллективного сортоиспытания в ближайшие годы надо будет внести существенные изменения в смысле расположения опыта, а может быть и методики учета. В связи с этим наличие K в коллективных сортоиспытаниях дает возможность проверить эффективность этих нововведений не по теоретическим, а фактическим ошибкам опыта.

Необходимо подчеркнуть, что все сказанное относится лишь к точности сравнения между собою сортов через K. Что касается точности сравнения сортов с K, то во всех приведенных примерах мы имеем более благоприятную картину.

Так, даже в примере с дробным учетом Immer'a введение K через делянку сводит σ^2_d до 42,27, тогда как, высевая K в одинаковой с сортами повторности, мы получаем $\sigma^2_d = 2 \times 44{,}98 = 89{,}96$.

В виду этого, если по сути опыта необходимо провести сравнение каждого сорта лишь с одним каким-нибудь сортом, вполне целесообразно, приняв этот сорт за K, высеять его через определенное число делянок сортов. При такой постановке вопроса даже в колективных испытаниях маточных и фабричных марок принимает смысл и значение стандартная постановка опыта. Только за K здесь надо брать не „единый стандарт", а сорт, который по совокупности прежних испытаний считается наилучшим для данного района.

Наши данные о значении K при сравнении сортов между собою довольно сильно противоречат прежним данным, и наша оценка K в методике сортоиспытания несколько расходится с отношением к этой системе сортоиспытаний большинства селекционеров. Даже данные Брокерта, относящегося к K отрицательно, более говорят в его пользу, нежели наши.

Нам необходимо разобраться подробнее в причинах такого расхождения оценки значения K. Дело объясняется довольно просто. Все исследователи

постановки опыта с K сравнивали между собою теоретические ошибки без K и с введением последнего. В громадном большинстве случаев исследование велось не на дробных учетах, а на опытах с сортами. В виду этого фактическая ошибка опыта оставалась неизвестной. При этих исследованиях ошибка опыта без применения K вычислялась, не принимая во внимание рассеяния между повторениями, вследствие чего эта ошибка получалась с большим преувеличением. Применяя разностный метод или метод отношений, исследователи, правда, не использовали полностью и K. Однако, выигрыш от введения последнего получался очень большим. Мы можем убедиться в правильности этих утверждений на приведенных выше примерах.

Возьмем хотя-бы данные опыта Михалевича с 49 сортами. Если мы не примем во внимание рассеяния между повторениями, то получим следующую таблицу анализа рассеяния и сопряжения.

Таблица 39

Рассеяние	y^2	x^2	xy	v
Общее	10392,71	6902,04	5003,03	586
Между сортами . .	2067,54	231,93	84,24	48
Случайное	8325,17	6670,11	5087,27	538

Произведя соответствующие вычисления, получаем для неисправленных величин $\sigma_z^2 = 15,47$, а для исправленых разностным методом 8,96. Применение K дает эффект, равный $\frac{15,47 \times 12}{896} = 21$ повторению.

Если же вычислять правильно ошибку непосредственных данных, то, как указано выше, получаем при $K - 12,6$ повторения, т. е. ничтожный эффект.

Аналогичный результат получается и в других примерах. Таким образом, K приписывали слишком большой эффект вследствие неправильного вычисления ошибки опыта. При этом эффективность K складывалась из исключения рассеяния между повторениями и исключения внутри повторения. Между тем, при правильном вычислении ошибки, эффективность K сводится лишь к исключению части рассеяния внутри повторения.

Системы сортоиспытаний с K

При постановке сортоиспытаний с K применяются различные системы сравнений сортов с K и сортов через K.

Наиболее распространенной в настоящее в настоящее время является система сравнения всех сортов с *единым стандартом*. Эта система является единственной, применяемой на станциях Главсахара. При этом единый K — стандарт II пятилетки — проходит через все сравнительные испытания как станций и их опорных пунктов, так и входит в коллективные испытания маточных и фабричных семян.

Система сортоиспытания с единым K имеет ряд недостатков.

1. Непосредственное сравнение по урожайности сорта со стандартом имеет смысл и значение лишь для сортов общего направления со стандартом. Для остальных сортов K служит лишь, как мера для сравнения их между собою.

2. Пользуясь K, как мерой сравнения сортов сходного направления селекции, но отличающегося от направления селекции K, мы часто прово-

дим это сравнение менее точно, нежели непосредственное сравнение сортов между собою.

3. Сравнение сортов разных направлений через K производится если и более точно, чем непосредственно, но во всяком случае с большой абсолютной ошибкой.

4. Различное отношение к изменяющимся условиям почвенного плодородия многих сортов и K могут привести к односторонним ошибкам при оценке сортов.

Все перечисленные недостатки возрастают в сильной степени, если при помощи единого стандарта мы пытаемся выявить сравнительную урожайность сортов за разные годы или в разных пунктах испытания.

Недостатки постановки опыта с единым K в значительной степени отпадают, а положительные стороны стандартной системы сортоиспытания увеличиваются при постановке опыта со многими стандартами.

Многостандартная система сортоиспытания может осуществляться различным образом.

Прежде всего мыслим *групповой стандарт.* В каждый суб-опыт в ординарной или двойной повторности вводится не один, а несколько сортов, общих всем суб-опытам. Подбирая сорта разных направлений, мы имеем возможность более точно сводить данные разных суб-опытов по среднему из группы K. Кроме того, при этой системе мы имеем возможность сравнить в каждом суб-опыте любой сорт с K близкого направления.

Недостатком системы постановки опыта с групповым стандартом является то обстоятельство, что при нем необходимо каждый суб-опыт делать довольно большим. Если мы будем иметь хотя-бы 4 стандарта — a) сахаристого, b) сахаристо-урожайного, c) урожайно-сахаристого и d) урожайного направления, то даже при ординарной повторности стандартов мы получим 10 сортов в каждом суб-опыте при K через 2 делянки.

Если мы имеем крупно-пестрое поле, отдельные, сравнительно большие площадки которого однородны в себе, отличаясь между собою по плодородию, то эта система постановки опыта является весьма совершенной. При ней достигается хорошая точность сравнения сортов с любым стандартом, хорошая сравнимость их через групповой или любой стандарт и, наконец, весьма точное сравнение стандартов разных направлений, что дает довольно много для проверки выбора того или другого направления в селекционной работе. Однако, если мы имеем мелко-пестрое поле и можем рассчитывать на хорошую точность опыта только при малых площадках сравнения, то групповой стандарт неприемлем. При этом мы обычно не достигаем достаточной точности опыта, в особенности при сравнении сортов каким-либо одним стандартом. На таких мелко-пестрых почвах следует предпочесть систему опыта с *множественным стандартом.*

При этой системе все сорта, включенные в опыт, делятся на несколько групп соответственно направлению селекции—хотя-бы на 4 указанных выше. Для каждой группы подбирается, как K — сорт того же направления и все сортоиспытание разделяется как бы на несколько самостоятельных опытов с сортами каждого направления.

В пределах каждого направления мы имеем систему испытания с единым K со всеми ее достоинствами, но без указанных выше недостатков. В виду биологической близости сортов и K, и одинаковой реакции их на почвенные условия, получается высокое значение коэфициентов корреляции и ошибка сравнения сортов с K невелика.

Для того, чтобы иметь возможность сравнивать между собою сорта разных направлений при системе множественного стандарта, опыт необходимо расположить таким образом, чтобы можно было точно провести сравнение стандартов и уже через них сравнение сортов между собою.

Если мы обозначим ошибку сравнения какого либо сорта с K того-же направления через ${}_a\epsilon_a$, ${}_b\epsilon_b$ и т. д, ошибку сравнения двух стандартов

между собой через ${}_1\mathcal{E}_2$, то ошибка сравнения двух сортов разных направлений через стандарты определится по равенству:

$$ {}_a\mathcal{E}_b^2 = {}_a\mathcal{E}_a^2 + {}_b\mathcal{E}_b^2 + {}_1\mathcal{E}_2^2 $$

Как указывалось выше, величины ${}_a\mathcal{E}_a$, ${}_a\mathcal{E}_b$ и т. д. при этой системе опыта невелики.

Таким образом, если по сути дела для нас важно сравнить, главным образом, сорта одного и того же направления, то нам приходится особенно заботиться о величине ${}_1\mathcal{E}_2$. Для этого прежде всего нам нужно при постановке сортоиспытания расположить повторения разных направлений в шахматном порядке с тем, чтобы в самом опыте можно было возможно точно сравнить между собою разные *K*.

Если мы имеем все 4 перечисленные выше направления, то при расположении 10 повторений опыта в 5 полос мы получим следующий план опыта.

a	*b*	*c*	*d*	*a*	*b*	*c*	*d*
c	*d*	*a*	*b*	*c*	*d*	*a*	*b*
b	*c*	*d*	*a*	*b*	*c*	*d*	*a*
d	*a*	*b*	*c*	*d*	*a*	*b*	*c*
a	*b*	*c*	*d*	*a*	*b*	*c*	*d*

При такой постановке опыта для каждого повторения направлений вычисляются средние из всех делянок стандартов и стандарты сравниваются между собою, как 4 сорта в 10 повторениях. Хотя даты этого опыта и будут представлять средние из нескольких, иногда многих делянок стандартов, но в виду большей площади, занимаемой каждым повторением, ошибка сравнения стандартов ${}_1\mathcal{E}_2$ будет довольно велика.

В виду этого, если по сути дела необходимо провести возможно точное сравнение сортов разных направлений, то кроме сравнения *K* в основном сортоиспытании, целесообразно провести сравнение стандартов в дополнительном опыте, поставленном многорядными делянками в большой повторности.

Проще всего для этой цели включить стандарты в двойной или тройной повторности в коллективное сортоиспытание маточных и фабричных марок, которые ставятся на каждой селекстанции.

При сравнении стандартов между собою, целесообразно использовать данные всех опытов, в которых участвовали стандарты, выведя из них средние.

Сравнительная урожайность стандартов разных направлений вычисляется, как средние взвешенные всех двух или трех опытов.

Приведем следующий пример:

	I-й опыт $\mathcal{E}^2 = 5{,}29$	II-й опыт $\mathcal{E}^2 = 1{,}44$
Ст. I	110	115
Ст. II	95	90
Ст. III	95	95

При выведении средних принимаем во внимание „вес“ каждого опыта, который будет обратно пропорционален квадратам ошибок, т. е. числам 5,29 и 1,44. Таким образом „вес“ первого опыта будет 144 и второго 529.

Прежде всего вычисляем взвешенные средние.

$$\text{Ст. I}\quad \frac{110\times144+115\times529}{144+529}=113{,}93$$

$$\text{Ст. II}\quad \frac{95\times144+90\times529}{144+529}=91{,}07$$

$$\text{Ст. III}\quad \frac{95\times144+529}{144+529}=95{,}00$$

Для вычисления ошибки этих средних вычисляем отклонения от них дат каждого опыта и получаем.

	Опыт I	Опыт II
Ст. I	— 3,93	+ 1,07
Ст. II	+ 3,93	— 1,07
Ст. III	0,00	0,00
Сумма квадратов .	30,8898	2,2898
Вес	144	529

Квадрат ошибки между опытами будет равен

$$\frac{30{,}8898\times144+2{,}2898\times529}{673\times3\times2}=1{,}1015$$

Квадрат ошибки внутри опытов будет —

$$\frac{5{,}29\times144+1{,}44\times529}{673\times2\,(=1346)}=1{,}1319$$

и квадрат ошибки средних — 1,1015 + 1,1319 = 2,2334. Отсюда, ошибка средней 1,4944.

Таким образом, в формулу ${}_a\mathcal{E}_b=\sqrt{{}_a\mathcal{E}_a^2+{}_b\mathcal{E}_b^2+{}_1\mathcal{E}_2^2}$ войдет ${}_1\mathcal{E}_2^2=4{,}4668$.

Войткевич, [1] отмечая недостатки стандартного метода, считает целесообразным вообще отказаться от применения K, разбив все сортоиспытание на ряд суб-опытов с сортами родственного направления. Эти суб-опыты он предлагает связать „групповым стандартом," т. е. набором из нескольких биологически различающихся сортов.

Эта система постановки сортоиспытания безусловно заслуживает предпочтения перед сериальными посевами с единым стандартом, которые применяла Весело-Подолянская станция в 1934 г. Однако, намечаемая автором методика посева сериями при групповом стандарте не может дать опыта, свободного от односторонних ошибок. Конечно, групповой стандарт является несравненно лучшей мерой для изучаемых сортов, нежели единый K, но если и с ним сравнивать разные сорта в разных условиях, то в приведенных величинах могут быть односторонние ошибки. При сериальном посеве мы и здесь также, как и при едином K, будем делать *приведение с экстраполяцией.*

Затем, Войткевич предполагает заняться и другим самообманом, рекомендуя обрабатывать данные каждого суб-опыта по Брокерту. Как известно, Брокерт предлагает обрабатывать данные опыта, розбивая его на „скользящие пятерки" и приводя урожай каждой делянки по средне-арифметической четырех, окаймляющих эту делянку, сортов. Введение процентных показателей и довольно сложная арифметическая процедура путают при этом читателя, а получающаяся исчисленная высокая точность опыта импонирует ему. В результате читатель не замечает основного кунстштюка метода Брокерта, сущность которого заключается в том, что Брокерт

[1] Отчет Весело-Подолянской селекстанции за 1934 г.

вычисляет ошибку опыта с 5 вариантами, а затем уверяет, что это ошибка всего опыта с m вариантами.

В результате, при применении метода Брокерта к опыту с большим числом сортов, мы получаем всегда вычисленную ошибку значительно меньшую нежели фактическая. В этом можно убедиться на данных любого дробного учета.

Надо сказать, что не Брокерт первый делает описанную ошибку. Совершенно аналогичный метод предлагает Richei. Если Войткевич применит к вычислению ошибки один из этих методов, то можно предсказать ему, что и в дальнейшем он получит достоверные разности между двумя параллельными оценками одного и того же сорта, если делянки их будут находиться в территориально удаленных друг от друга „пятках" Брокерта или Richei.

Для того, чтобы при групповом K получить возможно точное сравнение сортов с K и возможно точное сравнение их между собою через стандарт по приведенным величинам их урожайности, необходимо отказаться от сериального посева, а перейти на посев повторениями, располагая в каждом повторении сортоиспытания лишь одно повторение каждого субопыта.

Из всех систем сортоиспытаний с K нам представляется наиболее универсальной, могущей быть введенной на всех станциях при испытании потомств, система множественного стандарта.

При ней, во всяком случае, мы достигаем точного сравнения всех сортов с K того-же направления, что часто совершенно достаточно для отбора и браковки сортов. Затем, при этой системе мы можем и технически упростить опыт, введя однорядковую делянку.

Методы постановки опытов с сортами сахарной свеклы

1. В предыдущих главах мы наметили основные методические подходы в постановке опытов с сортами сахарной свеклы. В этой последней главе мы попытаемся конкретизировать эти подходы в виде описания наилучших методик опытов для различных целей сортоиспытания. Мы говорим о нескольких наилучших методиках, ибо должная репрезентативность опыта в каждом частном случае может быть достигнута не одним, а несколькими, одинаково хорошими, способами. Выбор того или другого из них, отчасти, зависит от вкуса исследователя, а иногда может быть намечен в результате соглашения нескольких исследователей, желающих установить общую методику и технику работы. Наиболее же правильно, пожалуй, в каждом частном случае выбирать из возможных методик ту, которая является наиболее удобной при имеющихся в руках исследователя организационных рессурсах. Исключения представляют коллективные сортоиспытания, которые, как правило, должны ставиться по одинаковой методике. Теоретически и здесь общность методики совершенно необязательна, но общая методика имеет здесь так много удобств, что отступление от нее нельзя рекомендовать.

Свое описание методик сортоиспытания мы и начнем с проекта такой стандартной методики коллективных опытов с сортами. Построение методики коллективных испытаний лучше всего вести исходя из тех требований, которые мы предъявляем к этим опытам в каждой точке.

На основании данных коллективных сортоиспытаний, мы должны отобрать для разных районов свеклосеяния те марки, которые в ближайшие годы должны обсеменять свекловичные поля данного района.

Поскольку каждая из испытываемых марок имет довольно большое количество семян и может быть скоро использована в хозяйстве, то условия, при которых ставится опыт, не должны сильно отличаться от условий практического хозяйства данного района, приближаясь к условиям лучших современных плантаций.

В виду этого совершенно обязательно применение в опыте машинного посева и частичной механизации пропашки. Конечно, и то и другое должно

проводиться таким образом, чтобы не был нарушен принцип сравнимости сортов, чтобы не была нарушена однородность условий в пределах каждого повторения. Это достигается однообразием проведения приемов посева и ухода по всем сортам, причем репрезентативность опыта выиграет во всех отношениях, если все технические операции по постановке и проведению опыта будут проводиться „однообразно и хорошо", а не „однообразно и плохо".

По всем испытываемым сортам имеется достаточное количество семян. Отсюда следует, что для достижения необходимой статистической репрезентативности опыта мы можем до известной степени использовать увеличение размера делянки. Поскольку в опыте применяется машинный посев, делянки должны быть удлиненной формы, хотя бы для того, чтобы на участке, занимаемым опытом, не был слишком велик процент площади под дорожками.

В опыте участвует большое число сортов. Для того, чтобы по возможности сократить срок посева, целесообразен высев 2 сортов в сеялке.

Сорта, участвующие в опыте, отличаются сильно друг от друга по направлению селекции. Чтобы избежать односторонней ошибки от влияния сорта на сорт, необходимо применять многорядковую делянку.

Для получения возможно высокой точности сравнения сортов нам необходимо получить в опыте хорошее стояние всех сортов. В этом отношении мы можем иногда встретить затруднения, так как некоторые сорта могут оказаться с мало всхожими семенами или семенами с пониженной энергией прорастания. В громадном большинстве случаев различия в посевных качествах сортов не являются сортовыми особенностями, а являются следствием тех условий, в которых росли высадки, с которых эти семена получены. При постановке опыта с сортами мы должны стремиться исключить влияние на результаты испытания таких случайных различий в посевных качествах семян.

Для этого мы применяем повышенную норму высева, каточки сзади каждого сошника сеялки и тщательный уход за полем при появлении всхода, добиваясь во что бы то ни стало возможно полного стояния растений на делянках. Здесь не приходится говорить о каких-либо слишком дорогих, не типичных для культуры свеклы, приемах, вроде ручного рыхления каждого рядка. Изреженный опыт всегда дает мало точные данные, а изучение различий в Triebkraft различных сортов, если нужно, следует провести в специальном опыте.

Коллективное сортоиспытание представляет из себя весьма ответственную систему опытов, на основании которых мы должны производить заключение о марках для того или другого района. В виду этого, опыт должен ставиться в достаточно высокой повторности, чтобы уловить сравнительно небольшие различия в урожайности близких марок. Вот, собственно говоря, те основные требования, которые мы предъявляем к методикам коллективных испытаний.

Переходим к их техническому оформлению.

Начнем с ширины делянки. Имея большое число сортов в опыте и машинный посев, мы должны применять узкую и длинную делянку. По существу мы можем выбирать между делянкой шириною в сеялку и делянкой шириной в $^1/_2$ сеялки, т. е. между 6-рядной и 3-рядной. В практике коллективных испытаний последних лет мы имеем дело с трехрядной делянкой и, повидимому, против нее возражать не приходится. Кроме того, приходится считаться с отсутствием на сортоучастках большого числа идентичных сеялок. При трехрядной делянке мы имеем возможность высевать два сорта в сеялке и тем почти в два раза ускорить проведение посева.

Что касается длины делянки, то таковая должна быть от 35 до 50 метров, чтобы на отведенной под опыт площади не был бы слишком велик процент площади, занимаемой неучетами. При этом размере делянки до известной степени используется для повышения точности опыта и величина

делянки. В зависимости от длины делянки мыслится 8—10-кратная повторность, при которой мы можем ожидать ошибку опыта в 2,5—3%. Само собою разумеется, что мы говорим о средней ошибке в сети. В отдельных пунктах она может быть и выше и ниже.

Остановимся немного на методике расчета этой точности.

В 1934 году при проведении коллективных сортоиспытаний применялась делянка с учетной длиной в 15 м.

При статистической обработке данных мы установили квадратичную ошибку опыта без повторности около 10%. Эта величина ошибки была довольно постоянна по различным пунктам, при чем безотносительно от того, устанавливали ли мы ее по всему набору сортов или только по *К*. Из этой величины мы и можем исходить при расчете точности опыта.

При большом числе сортов в опыте мы можем принять, что повторность проявит себя приблизительно так же, как в случайных выборках, т. е. с увеличением повторности ошибка будет падать пропорционально $\sqrt{n}$.

При шахматном размещении одноименных делянок мы можем надеяться получить больший эффект повторности. Однако, при проектировании методики опыта эту неопределенную прибавку мы не можем принять во внимание Различия по урожайности близких марок настолько малы, что 3% ошибка опыта по урожаю корней проектируется лишь считаясь с трудностями получения более высокой точности опыта.

При 12 повторениях опыта в 1934 г. и $\sigma = 10\%$, теоретическая ошибка опыта должна была быть $\frac{10}{\sqrt{12}} = 2{,}89\%$, т. е. близка к заданной.

Однако, в 1934 году опыт был неправильно размещен и фактическая ошибка, вычисленная по средним стандартов, оказалась в 1,5—2 раза больше теоретической. При правильном же шахматном расположении опыта примененный в 1934 г. размер делянки и повторность дали бы удовлетворяющую нас точность опыта. Делянка в 15 м учетной длины неудобна технически. Увеличивая длину делянки в два раза, т. е. до 30 метров, мы на том же участке можем разместить 10 повторений опыта. При увеличении длины делянки ошибка опыта падает приблизительно пропорционально $\sqrt{n}$. Этот расчет во всяком случае без преувеличения. В виду этого, при делянке в 30 метров длины и 10-кратной повторности мы можем ожидать ошибку опыта:

$$\frac{10}{\sqrt{10 \times \sqrt{2}}} = 2{,}66\%.$$

Не увеличивая площадь, занимаемую опытом, мы, повидимому, при этой методике получаем наивысшую, из всех возможных, точность опыта.

Так, при делянке в 40 м длиною и 8-кратной повторности мы можем ожидать:

$$\frac{10}{\sqrt{8 \times \sqrt{2{,}67}}} = 2{,}88\%,$$

При делянке 55 метров длины и 6-кратной повторности

$$\frac{10}{\sqrt{6 \times \sqrt{36{,}7}}} = 2{,}95\%.$$

Наконец, при делянке в 85 м длины и 4-кратной повторности

$$\frac{10}{\sqrt{4 \times \sqrt{5{,}67}}} = 3{,}24\%.$$

Как видим, наивысшая точность опыта при длине участка в 180 м получается при 10-кратной повторности и делянке в 30 м длиной. На этой методике мы и рекомендуем остановиться, имея в виду, что вследствие

балансированных колебаний, мы будем часто иметь фактически еще более высокую точность опыта. При этом не следует забывать, что при других методиках опыта с меньшей повторностью крупный эффект балансирования ошибок менее вероятен. Применение же более мелких делянок при 12—16-кратной повторности технически затруднительно и при этом плохо используется площадь участка. Что касается стандартов, то, как указывалось выше, мы рекомендуем сохранить *K* для того, чтобы иметь возможность провести на опытах коллективного сортоиспытания ряд методических исследований. Целесообразно, однако, вместо единого стандарта в каждом пункте брать за *K* наиболее перспективный сорт именно для этого района. В этом случае большое значение имело бы значение сравнение сортов с *K*, что как правило делается с квадратической ошибкой меньшей, нежели сравнение сортов между собою.

При 50—70 вариантах опыта, для получения общей фигуры участка опыта, приближающегося к квадрату, наиболее удобно опыт расположить в 4—5 полос, по 2 повторения в каждой. Размещение одноименных делянок должно быть строго шахматным по принципу систематического датского квадрата.

Вот основные черты методики коллективного сортоиспытания.

Остается сказать несколько слов о методике учета урожая.

Как указано выше, мы должны при постановке и проведении опыта принять все меры к тому, чтобы получить возможно ровное стояние всех делянок, борясь против изреженности.

На основании своих исследований над очень большим материалом сравнительных посевов Верхнячки и Удыча, автор этих строк пришел к выводам, что изреживание делянок сравниваемых сортов является одним из главнейших источников нарушения статистической репрезентативности опыта, а иногда ведет к односторонним ошибкам. В виду этого, мы рекомендуем повышенную норму высева в коллективных испытаниях и возможно тщательный уход за опытом, гарантирующий возможную полноту стояния.

Проведя ряд исследований по вопросу о поправках на изреженость[1], автор в самой категорической форме утверждает, что поправки на изреженность, в какой бы совершенной форме они не производились, не могут дать той высокой точности опыта, как неизреженный посев.

В том же случае, если изреженность имеет место, мы рекомендуем применять, так называемый *строгий метод* Roemer'a; именно собирать и учитывать только корни с нормальным стоянием, т. е. имеющие всех 4 соседей.

При сравнительно крупных делянках коллективных сортоиспытаний мы предлагаем соединить учет корней с нормальным стоянием с учетом урожая делянки методом проб.

Метод этот за последние годы детально разработан на Ротамстедской опытной станции в применении к разным растениям. Выводы Ротамстеда полностью подтверждаются данными бригады ВНИС'а, работавшей над методикой определения урожайности плантаций сахарной свеклы.

В применении к трехрядным делянкам в 30 м длины, имеющих теоретически 450 корней, мы считаем наиболее удобным следующий метод учета урожая.

При копке на первом рядке делянки берется первый корень, имеющий нормальное стояние. Затем по длине рядка пропускаются три *лунки* независимо от того, есть в них корни или нет и снова берется первый корень с нормальным стоянием. Таким образом, проходятся все три рядка делянки, давая при небольшой изреженности пробу в 80—100 корней. Если в пробе оказывается меньше корней, то следует добрать ее, выкопав дополнительно, равномерно по всей делянке, недостающие до 80 корни с нормальными площадями питания.

[1] Труды Туркестанской селекционной станции 1929 г. и ряд неопубликованных работ.

В первый год работы, для того чтобы определить *ошибку пробы,* целесообразно брать с каждой делянки 2 пробы, складывая в один мешок четные, а в другой — нечетные корни.

Обе пробы взвешиваются отдельно и одна из них поступает для анализа на сахаристость. По разности в весе параллельных проб будет возможно установить ошибку пробы в каждом отдельном опыте.

Судя по произведенным до сего времени исследованиям, при 100%-ом стоянии делянки учет по пробе в 100 корней даст ошибку пробы в 2—2, 5%. Это очень мало отразится на точности опыта в целом. Если мы примем квадратическую ошибку опыта без повторностей при учете всей делянки в 9%, то при учете по пробам получим: $\sigma = \sqrt{81{,}00 + 6{,}25} = 9{,}3\%$. В Ротамстеде считают возможным применять метод проб при ошибке пробы в 5%.

Если же мы имеем несколько изреженную делянку, то метод проб, в большинстве случаев, даст более точную характеристику урожая сорта, нежели сплошной учет делянки.

Некоторые затруднения представит применение метода проб при сильном изреживании опыта. В этом случае мы вообще можем не набрать на делянке должного количества корней с нормальным стоянием. Здесь следует, после обследования посевов перед копкой, наметить состав пробы, одинаковый на всех делянках в пределах повторения. Так, например, пробу можно составлять из 40 корней нормального стояния, и 40 без одного соседа или 20 корней нормального стояния, 40 без одного соседа и 20 без 2 или более соседей. Как бы ни была составлена проба, если состав ее будет единообразно выдержан на всех делянках каждого повторения опыта, она дает и при сильно изреженных делянках более точные сравнительные характеристики сортов как по урожайности, так и сахаристости, нежели сплошной учет делянки.

Таким образом, правильно взятая проба с делянки в 80—100 корней, только при отсутствии изреженности, может дать незначительно снижение точности опыта по сравнению с спрошным учетом делянки. Однако, и в этом случае мы рекомендовали бы применять метод проб, так как при этом исследователь не загромождает себя большими массами материала и тем обеспечивает себе возможностсь своевременно провести все работы по взятию и учету проб.

Еще одно замечание относительно учета коллективных сортоиспытаний.

Как показывают исследования ряда лет, при разных сроках копки порядок сортов свеклы по урожайности остается практически неизмененным. В виду этого, никоим образом не следует форсировать темпов учета за счет тщательности его и однородности в пределах повторения.

2. Малые сравнительные сортоиспытания потомств отдельных растений ставятся с целью отобрать в первом же поколении родоначальных растений лучшие семьи. Часто при этом бывает достаточно, отбирая потомства, остановиться на тех из них, которые перевышают по урожайности какой либо условный старый сорт, который принимается за стандарт.

„Малое сравнение" может высеваться ручным или машинным посевом, причем техника посева накладывает на всю методику опыта сильный отпечаток и мы рассмотрим *малое сравнение ручного посева и малое сравнение машинного посева,* как два различных типа опыта.

Общими для них являются:

1) Ограниченное количество семян по всем, или, во всяком случае, по многим из сравниваемых сортов. Это обязывает ставить опыт на малых делянках при высокой повторности.

2) Большое число сортов в опыте, снижающее точность опыта в одном повторении и требующее введения стандарта. Подборы в качестве стандарта или стандартов подходящих сортов в каждом частном случае сильно повышает значимость получаемых в опыте данных.

3) В опыте сравниваются между собою, с одной стороны, семьи, выделенные из одной и той же популяции, а с другой — семьи разных популяций. Семьи первой группы незначительно различаются между собою и для их сравнения необходима очень высокая точность опыта. Семьи, выделенные из разного исходного материала, разнятся часто весьма сильно и различия между ними могут быть уловлены даже при небольшой точности опыта. В связи с этим стоит группировка материала в опыте.

При постановке малого сравнения ручного посева обычно применяется 3 — 4 рядная делянка в 100 — 120 растений и стандарты через 3 — 4 делянки при 10 — 16-кратной повторности.

Методика эта, введенная в свое время в России Заленским и Костецким и апробированная уже не в одной сотне опытов, заслуживает самого полного внимания. Она, сравнительно, проста. В опыте могут испытываться сорта разных направлений без опасности получить сколько-нибудь значительную одностороннюю ошибку от влияния соседей. Точно также не опасно и влияние края. При хорошей технике опыта методика эта дает по урожаю ошибку в 2 — 4% от Q. Единственный недостаток методики Заленского и Костецкого и недостаток весьма серьезный, это применяемый ими посев сериями. При переходе на посев повторениями методика заслуживает всяческой рекомендации.

Мы думаем однако, что, применяя ручной посев, целесообразно использовать его введением, хотя технически и более сложной, но более точной методики опыта. Недостатком описанной методики является то обстоятельство, что урожай каждой делянки сорта в ней сравнивается только с двумя соседними делянками стандартов, лежащими в той же полосе. Если плодородие поля слабо изменяется по длине полосы, то методика выдерживает самую строгую критику. Если же по длине полосы имеет место сильное изменение плодородия почвы, то точность опыта сильно падает.

Обыкновенно при закладке опыта трудно, а иногда и невозможно, выяснить направление наибольшего изменения плодородия поля и соответственно этому ориентировать нарезку лент для опыта.

Описанные затруднения почти полностью отпадают при применении квадратной делянки, урожай которой сравнивается с 3 — 4 делянками K. Это вносит, однако, в технику опыта некоторые затруднения, связанные с сравнительно сложным посевом квадратных делянок и посевом без дорожек в пределах повторения. Мы находим, однако, что если исследователь по тем или иным соображениям вынужден остановиться на ручном посеве, то он должен использовать полностью его положительные стороны и предлагаем следующую методику опыта в малом сравнении ручного посева.

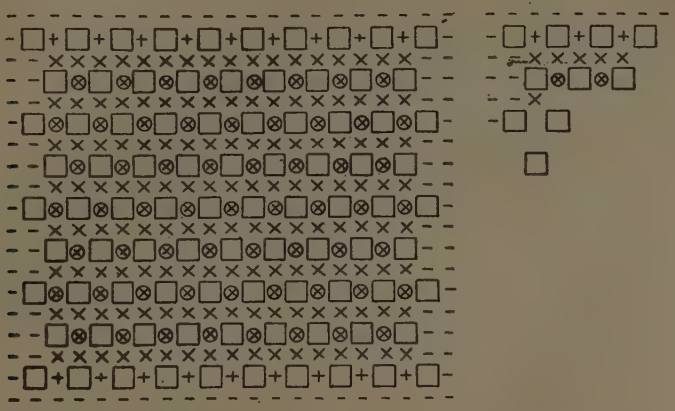
Мы рекомендуем применять квадратную делянку в 100 — 120 растений.

Расположение делянок сортов, стандартов и неучтенных (защитных) делянок в повторении опыта даст приводимый чертеж на стр. 125.

В нем делянки K обозначены □, делянки сортов, которые сравниваются лишь с двумя делянками K — через +, делянки сортов, которые сравниваются с тремя делянками K — через ⊗ и, наконец, делянки сортов, которые сравниваются с 4 делянками K — через ×.

Из 380 делянок на площади повторения 213 заняты сортами, 86 стандартами и 81 неучетами. Поскольку последние расположены по краю повторения, они не нарушают точности опыта. Высев же их семенами того же K не представляет затруднений. Мы имеем в опыте 28,7% делянок K, т. е. немногим больше, нежели при расположении K через 3 удлиненных делянки. Между тем, точность сравнения сортов с K здесь безусловно выше. Мы имеем в опыте 18 делянок сортов, обозначенных +, которые сравниваются только с двумя соседними делянками K. В виду того, что здесь делянки квадратной формы, мы можем считать, что эти 18 делянок сравниваются с K приблизительно так же точно, как и при обычной методике опыта на удлиненных делянках и K через 3 делянки

сортов. На первый взгляд кажется даже целесообразным занять эти делянки неучетами и вообще не вводить в опыт тип расположения делянок +. Технически это тоже сделать просто, ибо вся лента засевается семенами *К*, и затем уже выделяются учетные делянки. Если исследователь не стеснен площадью, то мы и рекомендуем стать на этот путь.



Однако, можно использовать тип делянок + и для посева сортов. Дело в том, что порядок сортов в разных повторениях должен быть различен, чтобы в опыте в целом мы имели строго шахматное расположение одноименных делянок, а тем самым возможно было точное сравнение сортов помимо *К*. При таком изменении порядка сортов в разных повторениях только одна делянка нескольких сортов займет в одном из повторений краевое положение и оно очень мало отразится на точности приведенных величин урожаев сортов. Затем мы имеем в опыте 136 делянок сортов типа ⊗, которые сравниваются с тремя делянками *К*, и 32 делянки сортов типа ×, которые сравниваются с 4 делянками *К*. Точность сравнения двух этих типов делянок с *К* безусловно выше, нежели при обычной методике.

Само собою разумеется, что веса делянок *К* при выведении средних следует определить по коэфициентам корреляции. Теоретически эта методика опыта должна дать более высокую точность, нежели обычная. Это подтверждается и некоторыми нашими прикидками, сделанными на дробных учетах хлебов. Дробного учета свеклы, сделанного квадратными делянками, или такого дробного учета, который мог бы быть переведен на квадратные делянки, в нашем распоряжении не было.

Практическое значение предлагаемой методики выяснится только при попытках ее применения. По существу вопрос сводится к преодолению технических затруднений. При посеве, уходе и уборке опыта все работы в пределах каждого повторения должны быть проведены в возможно короткий срок.

4) В том случае, когда необходимо возможно точнее сравнить между собою небольшую группу сходных сортов, имеющих небольшое количество семян, мы можем рекомендовать применение постановки опыта, расположенного датским квадратом. Этот метод уже описан нами[1], а потому здесь даем его в самых кратких чертах.

Поскольку мы не имеем оснований опасаться здесь влияния сорта на сорт, мы можем применять совсем небольшие делянки: 5 × 5, 6 × 6, 7 × 7 растений. Повторность должна быть или равна числу вариантов опыта или в 2—3 раза меньшей. В таблице 1 дано расположение опыта с 20 сор-

[1] Деревицкий.— Сборник ССУ. 1929 г.

тами в 10 повторениях. В приводимой ниже таблице дается расположение 20 сортов в 20 повторениях.

Таблица 40

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8
17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4
13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5
14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6
15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	17	8	9	10	11	12	13	14
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3
12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7
16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

При учете этого опыта целесообразно объединить одноименные делянки по 4 или 5 и провести учет опыта, как бы в 5 или 4 „сложных" повторениях. Такое объединение одноименных делянок нескольких повторений можно широко рекомендовать, так как при нем сильно сокращается и упрощается работа по учету, а фактическая точность опыта остается неизменной. Некоторые затруднения получаются только в том случае, если часть делянок выпадает. В этом случае объединяются все имеющиеся делянки и в сумму их урожаев вводится соответствующая поправка. Если число выпадающих делянок в опыте невелико, то получающаяся при этом ошибка почти не изменяет средних. К несчастью, при постановке опыта с *К* объединения делянок при учете трудно провести, так как после объединения делянок *К* трудно ввести поправку на пестроту внутри повторения.

Если приходится сравнивать близко родственные потомства при малом количестве семян, то, добиваясь возможно высокой точности опыта, мы должны уменьшать размер делянки, увеличивая повторность.

Кроме квадратных делянок, при малом количестве семян и биологической близости сравниваемых сортов, возможно применение и небольших одно-двурядных делянок ручного посева в 15—20 корней. Этим путем при 20—30-кратной повторности мы можем, при частом расположении *К*, достигнуть ошибки опыта 3—5%. Однако, применяя ручной посев, мы не рекомендовали-бы сеять однорядных делянок, так как квадратные делянки более обеспечивают методическую репрезентативность опыта.

Малое сравнение машинного посева сравнительно редко может иметь применение.

Высев малых многорядковых делянок конной сеялкой возможен только в том случае, если по каждому сорту, входящему в опыт, имеется сравнительно большое количество семян и если мы имеем возможность хорошо разгруппировать материал с тем, чтобы ставить опыт с множественным стандартом однорядковыми делянками.

Высев же малых многорядковых делянок конной сеялкой даже при большом количестве семян нельзя рекомендовать, ибо при этом слишком много места уходит на дорожки. Как указывалось выше, это затруднение пытались обойти, высевая каждый сорт на одной длинной делянке и разре-

зая ее потом на части. Надеемся, что нам выше удалось достаточно расшифровать этот самообман.

Если применение конной сеялки при посеве малого сравнения имеет ограниченное распространение, то ручная сеялка имеет здесь весьма большие перспективы.

Конструирование такой сеялки открыло бы возможность довольно резко изменить всю технику посева малого сравнения и снизить изреженность.

Поскольку здесь мы можем встретиться с односторонним влиянием соседей, то система сортоиспытаний на однорядковых делянках приемлема лишь при постановке сортоиспытания с множественным стандартом.

В малом сравнении мы имеем обычно настолько мало растений, что метод учета урожая по пробам, который мы рекомендуем при учете коллективных испытаний, здесь не применим. Это обязывает нас, с одной стороны, принять все меры к тому, чтобы получить, по возможности, 100% стояние растений на делянке, а с другой стороны, требует от нас, при наличии изреженности, вводить поправки на нее.

Самым простым, но неправильным методом поправок на изреженность является пересчет урожая на одно растение по формуле $V=\frac{1}{n}U$, где: V—средний урожай на одно растение; U—фактический урожай с делянки и n—число убранных растений с делянки. Несколько более точные результаты дает предложенная нами формула $U^1=U\frac{n+n_o}{2n}$, где: U — исправленный урожай, U — фактический, n — число убранных растений с делянки и n_o —среднее число растений на делянку в опыте. Более точные результаты дает метод криволинейной регрессии, разработанный нами. Еще лучшие результаты, безусловно, дает применение метода сопряжения, который в применении к сортоиспытаниям сахарной свеклы еще ждет своей разработки.

При печатании настоящей работы большую помощь своими советами и просмотром корректур оказал нам Н. П. Корбут. Пользуюсь возможностью выразить ему благодарность.

(Получена редакцией 3 октября 1935 г.).

1935 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 5—6
по сахарной промышленности (орган ВНИС'а)

В. П. ЗОСИМОВИЧ

ВЕС И КАЧЕСТВО СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В РАЗНЫХ ЦВЕТКАХ КЛУБОЧКА

(Генетическая лаборатория ВНИС'а)

Биологическая природа семян свекловичного растения такова, что плодики свеклы при своем развитии после оплодотворения срастаются обычно по несколько штук в соплодие, „клубочки", которые и принято в современной практике называть „свеклосеменами".

Все работы семеноводов и селекционеров до настоящего времени основывались исключительно на изучении зависимости урожаев сахарной свеклы от крупности или мелкости клубочков, а в лучшем случае от величины веса ростков на урожай и сахаристость корней. Достаточно вспомнить всем известные работы: Hollrung (1884), Proskowetz (1893), Doerstling (1893), Maerker (1894—1895), Любанского (1898), Plahn Appiani (1912), Schribaux и Boussard, Bartos, Fruwirth, Lauchstädt, Лясковского, многолетние работы Урбана (1920), Костецкого (1931). Результаты этих исследований были самые пестрые и четких выводов о зависимости урожаев от величины клубочка не давали. Из наших семеноводов вопросам зависимости урожаев от величины клубочков и ростков посвящен ряд интересных работ В. В. Задлера.

Основная ошибка всех селекционеров и семеноводов, работающих с сахарной свеклой, заключается в том, что они изучали и продолжают изучать не семена сахарной свеклы, а, так называемые, клубочки — соплодия с 2—5 семенами.

Один только известный селекционер Г. Брим (H. Briem) (1903) правильно поставил вопрос об изменчивости веса корня и сахаристости в зависимости от его происхождения от того или иного семени в клубочке сахарной свеклы. Его данные двух опытов можно свести в следующую таблицу:

	1-го семени	2-го семени	3-го семени	4-го семени
Вес корня из разных семян в клубочке (в г)	305—400	110—140	100—90	30
Сахаристость (в процентах) . .	17,0—18,6	16,4—17,5	17,3—16,7	17,3

Из этих данных ясно видны резкие различия в урожае и сахаристости растений, полученных из семян от различных цветков клубочка и уменьшение веса корня, выросшего из 2-го, 3-го и 4-го семени.

Работы Г. Брима были забыты и практических научно-обоснованых выводов из этих важнейших опытов, указывающих на огромное отрицательное влияние многоцветковости клубочков и большого количества семян в нем на урожай корней, селекционеры-свекловичники для себя не сделали. Агротехника того и нашего времени имела единственный выход в борьбе с этим отрицательным явлением, путем оставления при прорывке свеклы самых сильных и крупных ростков, которые обеспечивают при своем росте и развитии наивысший урожай. Это показано работами В. В. Задлера, Н. И. Орловского, K. Tjebbes в Швеции и Алексея Филипповского по исследованиям роста свеклы и ее урожайности.

Современные требования — поднять урожай свеклы — заставляют произвести ревизию всех участков работы со свеклой и выдвигают вопрос о самих семенах свеклы. Алексеем Филипповским сделан блестящий ана-

лиз современного урожая сахарной свеклы, который был им доведен до веса отдельного корня. Оказалось, что 100 000 корней на гектаре свеклы разбиваются на ряд групп по их весу. Интересно отметить, что процент корней, обладающих весом выше среднего, колеблется около 20—30%. Остальные же 80—70% урожая составляют корни среднего и низкого веса, значительно снижающие урожайность свекловичной плантации. Анализируя вопрос о том, из чего же образуется каждый корень свеклы, естественно, сталкиваешься с вопросом о качестве семени, из которого он вырастает.

Селекционеры даже в настоящее время, обычно рассматривают огромную изменчивость веса корня сахарной свеклы, как результат пестроты почвенного плодородия плантаций. Второй и основной причиной большой изменчивости корня селекционеры считают само свойство „индивидуальной изменчивости" признака веса корня. Это свойство большой „нормы реакции" данного признака перекрывает его генотипическую изменчивость в пределах популяций сахарной свеклы. Таковы были современные воззрения на изменчивость веса корня.

Мы использовали для легкого извлечения семян из клубочков сахарной свеклы метод, разработанный в анатомической лаборатории ВНИС'а Т. А. Филатовой. Он заключается в трехминутном кипячении клубочков сахарной свеклы в концентрированном растворе соды. После кипячения крышечки околоплодника легко снимаются препаровальной иглой и семена удается извлечь, при некотором навыке, неповрежденными. В качестве материала нами были взяты клубочки семян одного из наших лучших сортов „Уладовка" урожая 1935 г., с хорошим абсолютным весом 1000 клубочков, равным 20,3 грамма и прекрасной всхожестью—93%.

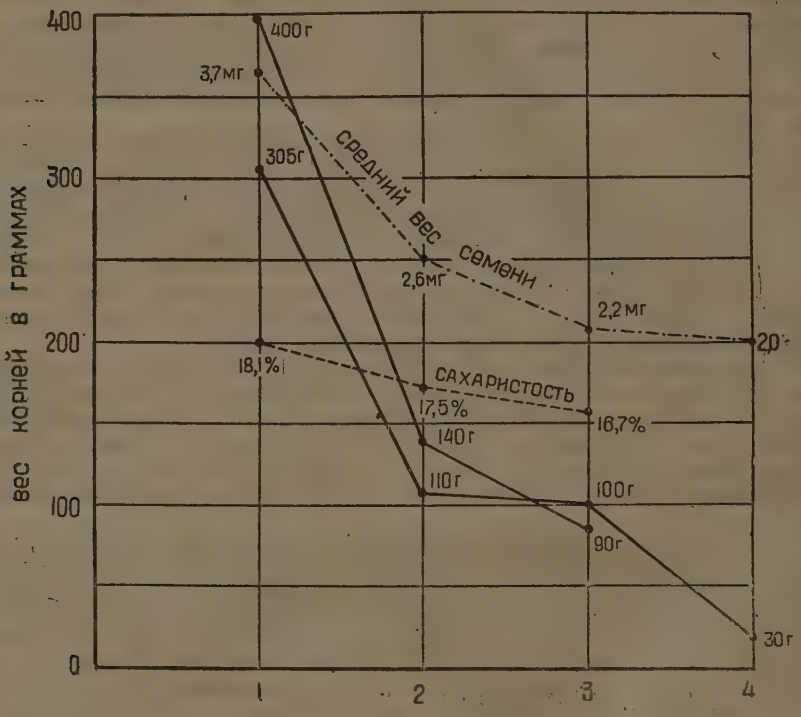
Для получения отборных клубочков, они были пропущены через сито в 3 мм и исследовалась фракция семян, оставшаяся на этом сите. Из 100 взятых для анализа клубочков этого образца 50 штук оказалось 2-х семянными, 40 штук 3-х семянными и 10 штук 4-х семянными. Семена извлекались из каждого клубочка отдельно и раскладывались по их крупности соответственно первому, второму, третьему и четвертому цветку на часовые стекла.

Результаты по исследованию изменчивости веса семян в клубочке, в зависимости от цветка в нем, получились разительные. Средний вес одного семени из 100 семян первого цветка оказался равным 3,7 мг. Семена крупные и хорошо выполненные. Естественно, что при таком среднем весе семян первого наиболее развитого цветка ряд семян имеет вес как значительно выше 3,7 мг, так и ниже этой средней величины. Средний вес семян второго цветка был равным 2,6 мг с колебаниями в ту и другую сторону от этой средней. Среди семян второго цветка попадается ряд относительно хороших вариантов. Часть семян второго цветка уже плохо развита и мелковесна.

Значительная часть вторых семян у двух семянных клубочков мало уступает по весу семенам первого цветка. Семена 3-го цветка дали в среднем вес, равнявшийся 2,2 мг., а четвертого—всего 2,0 мг для одного семени. Значительная часть семян 3-го и 4-го цветков настолько плохо развита, что имеет вес значительно меньший, нежели приведенное среднее и потому дает самые мелкие корни.

В общем надо констатировать, что количество плохо развитых семян даже в такой исключительно хорошей и отсортированной нами на крупность клубочка партии „Уладовка" значительно больше по количеству, чем хороших и вполне развитых крупных семян. Фактически же в посевных материалах отношение количества хорошо развитых и выравненных семян первых и вторых цветков у двух-семянных клубочков к плохо развитым явно неблагоприятно. Их подавляет обилие щуплых семян от третьих и четвертых цветков и, вообще, наличие плохо развитых семян менее крупных (по диаметру) фракций клубочков сахарной свеклы. Все усилия при прорывке свеклы, направленные к оставлению наиболее крепких и здоро-

вых ростков, уменьшают количество, но не уничтожают целиком растения, выросшие из плохих, мелковесных семян. Шансов остаться на поле у групп растений, выросших из мелковесных семян, все же гораздо больше, благодаря их обилию в посевном материале, чем у крупных семян, количество растений из которых на плантации вряд ли поднимается выше 30%, что доказано работами А. К. Филипповского. Остальные же 70% растений с средним и мелким весом корня представлены в посевном материале мелковесными щуплыми семенами и даже заморышами. Вес отдельных семян первых цветков оказывается в 5-6 раз больше веса семян от третьих и четвертых цветков.



Вес корней и сахаристость из различных семян одного и того же клубочка (по Бриму). Средний вес семян из различных цветков клубочка (по Зосимовичу).

Отсюда мы делаем чрезвычайно важный вывод, что большая изменчивость веса корня на плантации зависит также и от изменчивости веса и качества семян, а не только от пестроты плодородия почвы. Этим не исключается, конечно, влияние пестроты плодородия и характера индивидуальной изменчивости веса корня. Современные представления селекционеров в этом отношении оказались частично неверными.

Сортосеменные материалы злаков находятся, несомненно, в более выгодном положении, так как там происходит сортировка одиночных плодов семян, а не целых трех-четырех-семянных соплодий, как у сахарной свеклы.

Изменчивость числа цветков в клубочке, изученная нами для всех видов рода Beta L, показывает, что этот признак, так лимитирующий качество наших посевных материалов у сахарной свеклы, характеризуется относительно малыми коэфициентами вариационной изменчивости. Это обстоятельство является фактом, облегчающим новую и исключительно

крупную задачу селекционера выделить и дать расы сахарной свеклы, характеризующиеся малоцветковыми и односемянными плодами с крупными семенами. Выведение таких рас, борьба за здоровые, крупные, выравненные семена у сахарной свеклы, должны несомненно дать значительное увеличение урожая. Особенно важны малоцветковые расы свеклы, учитывая механизацию всех приемов агротехники.

Семеноводам и селекционерам придется перестроить все свои мероприятия и работу по выращиванию наиболее здоровых и выравненных семян сахарной свеклы, обеспечивающих наилучший урожай корня и сахаристость.

В связи с выдвинутыми проблемами, надо особенно тщательно пересмотреть ряд современных мероприятий по составлению партий семенных посевных материалов сахарной свеклы и сделать полную научно-обоснованную ревизию старых семеноводческих представлений о качествах „свеклосемян", представленных многоцветковыми клубочками.

Такие вопросы, как пенсировка высадков, внесение определенных удобрений для свеклы второго года, с настоящего времени должны рассматриваться не только с точки зрения высокого урожая клубочков, но, главным образом, для получения крупных, выровненных и здоровых семян. Если пенсировка даже не дает увеличения урожая свеклосемян, но благоприятно отражается на улучшении качества семян, этот прием, несомненно, рационален и всегда оправдает себя. Семеноводам придется проделать ряд исследований на сортовых материалах, выясняющих характер и состав веса и качества семян в посевных партиях. Проблема получения продуктивных сортов свеклы с односемянными и малоцветковыми клубочками, поставленная по заданию наркома А. И. Микояна, имеет огромное значение и с точки зрения улучшения качества еще далеко несовершенного посевного материала сахарной свеклы. Получение малоцветковых рас сахарной свеклы сейчас ставится уже в связи с необходимостью иметь крупные, здоровые выровненные семена, которые обеспечат сахарной промышленности СССР, совместно с новыми приемами агротехники, самые высокие в мире урожаи сахарной свеклы.

(Получена редакцией 20 декабря 1935 г.).

А. МЕЛЬНИЧУК

ПЕРЕСАДКА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

С целью проверки эффективности подсадки сахарной свеклы на изреженных ее посевах, был проведен в 1934 г. соответствующий опыт на Тальновском опытно-контрольном пункте ВНИС'а.

В задачу опыта входило:

а) Сравнение продуктивности пересаженной свеклы с продуктивностью в условиях обыкновенного рядового посева.

б) Изучение способов и техники пересадки свеклы с поливкой и без нее.

в) Изучение влияния обрывания листьев при пересадке на ход развития свеклы и ее урожайность.

Опыт был поставлен по следующей схеме:

1. Свекла пересаженная без поливки.
2. „ „ с поливкой по 250 куб. см воды.
3. „ „ без поливки, но с обмакиванием корешков при посадке в полужидкий коровий навоз.
4. „ „ с обмакиванием корешков в полужидкий коровий навоз + 250 куб. см воды.
5. „ „ без поливки, с обмакиванием в полужидкий навоз и с обрыванием листьев (до $^2/_3$).
6. Свекла непересаженная, обычного рядового посева.

Опыт заложен 9 июня. Для посадки взята обыкновенная свекла рядового посева, произведенного 22/IV-1934 г. К этому времени свекла находилась в стадии преимущественно 4 пар настоящих листьев.

Пересадка производилась ручным способом с помощью железных колышков, толщиною 1,5 см, которыми делались углубления в почве на глубину 15 см. Размер делянки для каждого варианта — 200 кв. м, междурядия — 445 мм, расстояние в рядках — 20 см, что составляет в переводе на 1 га насаждение 110 000 корней.

Начальный период развития растений в 1934 году совпал с довольно затяжной засухой, продолжавшейся около 90 дней. Количество выпавших атмосферных осадков в течение этого времени и всего вегетационного периода следующее:

Таблица 1

Наименование месяцев	Количество осадков в 1934 г. (в мм)	Среднее многолетнее количество осадков (в мм)	Разница ∓
Апрель	6,2	38,5	— 32,3
Май	18,6	53,8	— 35,2
Июнь	5,6	68,1	— 62,5
Июль	116,8	63,0	+ 53,8
Август	73,8	55,9	+ 17,9
Сентябрь	8,0	42,8	— 34,8
Всего	229,0	322,1 мм	— 93,1 мм
Апрель—июнь	30,4	160,4 „	— 130,0 „

Как видно из приведенных данных, в начале вегетации свеклы (апрель — июнь) имеем большой недобор атмосферных осадков; к этому же необходимо добавить, что в течение 3-й декады апреля и в первых двух декадах мая по всей зоне свеклосеяния температура воздуха значительно превышала норму (больше чем на 6° против средней многолетней в первой декаде мая). Абсолютные максимумы температуры достигали 30° и выше.

Неблагоприятный ход основных метеорологических элементов этого периода отрицательно отзывался также на режиме почвенной влаги. Так например, запасы влаги в почве, по наблюдениям нашего опытного поля на участке с пересаженной свеклой, были такие:

14/V	— горизонт	0—10 см	16,8%
	„	10—20 „	18,6 „
24/V	— „	0—10 „	15,1 „
	„	10—20 „	18,3 „
15/VI	— „	0—10 „	13,7 „
	„	10—20 „	17,2 „
28/VI	— „	0—10 „	13,0 „
	„	10—20 „	17,0 „
12/VII	— „	0—10 „	18,2 „
	„	10—20 „	19,7 „
26/VII	— „	0—10 „	18,2 „
	„	10—20 „	20,5 „

Приведенные данные отчетливо указывают на постепенное уменьшение запаса влаги в почве на глубине пахотного слоя (0—20 см) в течение всего засушливого периода. Этому периоду соответствует наступление резкого увядания ботвы свеклы в дневное время с замедленным восстановлением тургора даже после захода солнца.

Резкий положительный перелом в условиях вегетации наступает только лишь с первой декады июля после выпавших обильных дождей

Отмеченные ненормальные условия не могли не сказаться отрицательно и на условиях роста пересаженной свеклы. Так, процент выпадения (непринявшихся) пересаженных растений по разным вариантам опыта был следующий:

Таблица 2

Вариант опыта	Процент выпадения растений	Из 110 000 посаженных осталось к моменту копки корней
1. Свекла пересаженная без поливки	31	75 500
2. То же — с поливкой 250 куб. см воды при посадке	9	100 200
3. Пересаженная без поливки, но с обмакиванием в навоз	26	81 400
4. Пересаженная с поливкой 250 куб. см и с обмакиванием в навоз	10,3	98 650
5. Пересаженная без поливки с обмакиванием в навоз и с обрыванием листьев	36,1	70 350
6. Свекла непересаженная имела насаждения	—	74 000

Данные этой таблицы совершенно отчетливо указывают, что несмотря на исключительно трудные условия для развития пересаженных растений, все же насаждение ее, за исключением одного 5-го варианта опыта, превышало насаждение свеклы непересаженной.

Учет урожая произведен 17 — 19 октября. Чистка корней обычная — на конус.

Урожай с га получен такой:

1. Свекла пересаженная без поливки	202,2 ц	100%
2. „ „ с поливкой 250 куб. см воды	213,3 „	105 „
3. „ „ без поливки с обмакиванием в навоз	204,0 „	101 „
4. Свекла пересаженная с поливкой 250 куб. см воды и обмакиванием в навоз	238,4 „	118 „
5. Свекла пересаженная без поливки с обмакиванием в полужидкий навоз и с обрыванием листьев	162,0 „	80 „
6. Свекла непересаженная	304,3 „	150 „

Как видно из приведенных данных, абсолютные урожаи, независимо от способа пересадки, находятся в пределах 200 ц/га и представляют поэтому вполне реальное производственное значение. Обращает внимание высота урожая делянки с непересаженной свеклой обычного рядового посева. Учитывая однако, что высота урожая непересаженной свеклы определилась, главным образом, высотой агротехники предпосевного периода и сроком посева, то при сравнении урожаев с делянок пересаженной и непересаженной свеклы, необходимо учитывать нетождественность отмеченных выше условий.

Перейдем далее к агротехнической оценке отдельных приемов пересадки.

1. Поливка при посадке (2 делянка) по 250 куб. см воды на каждое растение способствовала повышению урожая на 10 ц с га и обеспечила большое насаждение корней на площади — 91% от возможного (100 200 на га).

2. Обмакивание корешков при посадке в полужидкий коровий навоз положительного эффекта не дало. Разница в пользу этого приема 1,8 ц/га и в густоте насаждения на 5%.

3. Обмакивание корешков в полужидкий коровий навоз, с одновременной поливкой при посадке, способствовало наибольшему росту урожая из всех приемов пересадки: 36,2 ц корней при высокой густоте насаждения — 90% от посаженных (98 650 корней на га).

4. Наконец, наибольшую депрессию вызвало обрывание листьев при посадке, снизив урожай на 40 ц при максимальном выпадении растений. Осталось к уборке 64% от посаженных или 70 350 корней на га.

Необходимо одновременно отметить, что совершенно аналогичная оценка этого приема получена в 2-летних опытах Мироновской зональной опытной станции, так:

Посадка целыми растениями	198,1 ц/га
„ с обрезанными листьями	150,5 „
Разница	47,6 „

В противовес обычному представлению, что излишняя листовая поверхность, способствуя чрезмерному испарению влаги, ведет к увяданию и отмиранию растения — конечные урожайные данные подтверждают ошибочность такого представления.

Пересадка свеклы неминуемо сопровождается известной деформацией корня в процессе его роста. В нашем опыте форма корня представляла собой укороченный конус, малоразветвленный, с небольшим количеством тонких хвостовых отростков, легко поддающихся очистке. Подобная форма наиболее приемлема с точки зрения заводского сырья, а также и облегчения уборки. Свекла такой формы легко выкапывается, разветвленные внизу конуса тонкие корешки легко обламываются, корень достаточно ровный, с небольшим процентом отхода на головки.

Опыты прошлых лет Мироновской станции установили определенную коррелятивную зависимость между деформацией корня и стадией посадочного материала, при чем каждой стадии, таким образом, соответствует свойственная ей наиболее типичная форма, например:

а) пересадка в стадии вилочки дает корень конусообразной формы, приближающийся к нормальному;

б) пересадка в стадии первой пары листьев—корень мало разветвленный;
в) пересадка в стадии 2 пар листьев — корень сильно разветвленный;
г) пересадка в стадии 3 пар листьев — корень, подобный укороченному конусу, сильно разветвленный;
д) пересадка в стадии 4 пар листьев — корень, подобный укороченному конусу, мало разветвленный.

Как видим из приведенного выше, лучшую форму корня обеспечивает пересадка в стадии вилочки и 4 пар настоящих листьев. Учитывая, однако, технические трудности при посадке растений в стадии вилочки, наиболее хозяйственно приемлемой будет пересадка растений в стадии 4 пар листьев.

К этому времени корень достигает известной длины и способен пользоваться сразу же после пересадки влагой более глубоких слоев пахотного горизонта. О значении длины корня в опытах Мироновской станции получены такие результаты:

Корни короткие 6 см	204,3 ц/га
„ длинные 12 „	252,8 „
Разница	48,5 „

Определение сахаристости корней в этом опыте произведено дважды, первый раз 20/IX и второй раз 17/X. Результаты обоих определений сведены в нижеследующей таблице (в процентах).

Таблица 3

Варианты опыта	20/X	17/X	Прирост за 28 дней
1. Свекла пересаженная без поливки	17,9	18,8	0,9
2. Свекла пересаженная с поливкой 250 куб. см воды	18,0	19,7	1,7
3. Свекла без поливки, с обмакиванием корней в полужидкий навоз	17,2	20,3	3,1
4. Свекла пересаженная с поливкой 250 куб. см воды и обмакиванием корня в полужидкий навоз	17,9	19,9	2,0
5. Свекла пересаженная без поливки, с обмакиванием корня в полужидкий навоз и с обрыванием листьев	18,3	19,8	1,5
6. Свекла непересаженная	18,3	18,9	0,6

Первое определение дает некоторое снижение сахаристости пересаженной свеклы в сравнении со свеклой непересаженной. Второе же, произведенное через 28 дней, дает резкое увеличение в накоплении сахара на делянках с пересаженной свеклой. Причины находят полное объяснение в весовом отношении ботвы к корню. Ниже приводим данные по учету урожая ботвы, выраженные в процентах по отношению к весу корня.

Делянка	1.	Свекла пересаженная без поливки	32,9
„	2.	„ с поливкой 250 куб. см воды	45,8
„	3.	„ без поливки, с полужидким навозом	40,0
„	4.	„ с поливкой, с полужидким навозом	42,0
„	5.	„ без поливки, с полужидким навозом и с обрыванием листьев	49,2
„	6.	„ непересаженная	20,0

Из вышеприведенных данных видно, что урожай ботвы пересаженной свеклы в 2 — 2, 5 раза перевышает урожай ботвы с делянки непересаженной. Обильное развитие ботвы является обычным, свойственным пересадке, явлением, которая медленно отмирает до глубокой осени. Это обстоятельство, повидимому, и определяет значительное накопление сахара в конце вегетации.

В заключение необходимо еще раз обратить внимание, что приводимые в настоящей статье результаты относятся к свекле, пересаженной из рядков обыкновенного рядового посева. Применение же для пересадки специальной рассады, полученной путем предварительного выращивания в парниках, теплицах или в других защищенных местах, задолго до начала нормального посева, имеет целый ряд преимуществ, так как дает возможность значительно удлинить вегетационный период для свеклы и является поэтому действительным способом увеличения ее урожаев.

Выводы

Результаты нашего опыта и опытов Мироновской станции позволяют сделать следующие выводы.

1. Высота абсолютных урожаев по всем проведенным опытам с пересадкой свеклы 1934 года в условиях обычной агротехники находится в пределах 200 ц и выше с 1 га, и не уступает обычному рядовому посеву в 1934 г. Применение специально выращенной рассады может еще способствовать увеличению урожайности.

2. Посадка в стадии 3—4 пар настоящих листьев в наименьшей степени влияет на деформацию корня и не снижает кондицию свеклы, как заводского сырья.

3. Пересадка свеклы в настоящее время может и должна получить широкое применение на колхозных полях с целью подсадки растений на изреженных плантациях.

Материалом для посадки, при отсутствии специально выращенной рассады, может с успехом служить обычная свекла, получаемая при прорывке и проверке.

1935 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 5—6
по сахарной промышленности (орган ВНИС'а)

Г. С. МОКАН

О ЗАДЫХАНИИ ВЫСАДОЧНЫХ КОРНЕЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ЗАЛИВАНИИ КАГАТОВ ВОДОЙ

Из агрономической литературы и производственной практики известно о случаях „удушья" высадочных корней в период их хранения в кагатах.

Под термином „удушье" подразумевают такое физиологическое явление, когда корнеплоды или клубнеплоды, при хранении их в отсутствии кислорода воздуха, теряют способность к прорастанию.

Корни, потерявшие вследствие этой причины всхожесть, очень часто ничем по наружному виду не отличаются от здоровых и перед посадкой, поэтому, не поддаются браковке.

Следствием удушья является гибель иногда большого количества ценного посадочного материала. Так как погибшие корни внешне не отличимы от здоровых, то они обычно высаживаются в поле и, таким образом, неся потери на самом материале, в то же время колхозы и совхозы производят ненужные затраты на посадку, уход, обработку и проч.

В условиях свеклосовхозов случаи задыхания корней вызываются, главным образом, затоплением кагатных ям грунтовыми или талыми весенними водами.

В настоящей работе мы имеем в виду несколько осветить затронутый вопрос в плоскости выяснения последствий от разной длительности пребывания корней под водою.

Материалами для этой работы послужили результаты двух специальных опытов, проведенных нами на Немерчанской опытной станции в 1932 и 1933 г. Необходимость постановки опытов определялась полным отсутствием в литературе экспериментальных данных по настоящему вопросу.

Приступая к этим опытам, мы имели в виду выяснить такие вопросы:

1. Какова зависимость между всхожестью корней и продолжительностью их лежания в воде.

2. Насколько сохраняется способность к плодоношению у корней, лежавших в воде, но сохранивших всхожесть.

3. Каково качество полученных от таких корней семян.

Необходимость этих ответов совершенно очевидна.

Первый ориентировочный опыт был проведен в 1932 году. В деревянное корыто, ширина и глубина которого равнялась общепринятым размерам кагатов, были, по всем правилам, закагатованы свекловичные корни. Корыто затем было наполнено водой с таким расчетом, чтобы уровень воды был выше земляной его покрышки на два-три сантиметра.

Температура помещения, в котором находилось корыто с корнями, колебалась от 3° до 7°, т. е. близкая к той, какая бывает в кагатах, В течение 20 дней, ежедневно, в определенный час дня, из корыта вынималась проба в 50 корней и укладывалась во влажный песок.

Было взято 20 проб, продолжительность пребывания которых в воде равнялась от одного до двадцати дней.

Все взятые, таким образом, пробы с наступлением времени посадки были обычным способом высажены в почву.

Для сравнения, рядом была высажена также контрольная проба, не бывшая в воде.

Через месяц после посадки был произведен подсчет взошедших корней, результат которого представлен в следующей таблице.

Таблица 1

Продолжительность пребывания пробы в воде (дней)	Всхожесть корней в процентах	Всхожесть корней в процентах от контроля, принятого за 100
0	98,0	100
2	93,9	95,8
4	84,0	85,7
6	68,0	69,4
8	72,0	73,5
10	22,0	22,4
12	4,0	4,1
14	8,0	8,2
16	0	0
18	0	0
20	0	0

Полученные данные указывают на определенную зависимость между продолжительностью пребывания корней в воде и их всхожестью: удушье корней, происходящее от заливания их водою начинает обнаруживаться с первых же дней, при чем по мере увеличения продолжительности затопления, количество погибших экземпляров последовательно увеличивается.

В следующем году (1933) опыт был повторен по той же методике.

Схема опыта была изменена лишь в том отношении, что пробы брались вместо 20—15 дней. В остальном никаких изменений не внесено.

Кроме определений всхожести корней, проводились поделяночные наблюдения над энергией всхожести, путем периодического подсчета взошедших корней.

В дальнейшем было учтено: количество упрямцев, количество плодоносящих кустов, мощность развития кустов. урожай семян и его качественная оценка. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Продолжительность пребывания корней в воде	Всхожесть корней в процентах	Всхожесть корней в процентах от контроля, принятого за 100	Процент упрямцев	Процент кустов, давших семена от количества посаженных	Количество кустов, давших семена, в процентах от контроля, принятого за 100	Средний урожай семян с куста	Урожай семян на 1 га в ц	Урожай семян в процентах от контроля, принятого за 100
0	88	100	3	97	100	46	7,8	100
2	80	91	3	97	100	48	7,4	94,9
4	85	97	6	94	97	42	6,7	85,9
6	85	97	6	94	97	27	4,4	56,4
8	65	74	12	88	91	43	5,0	64,1
10	53	60	14	86	89	45	4,1	52,6
12	18	20	43	57	59	40	0,8	10,3
14	15	17	67	33	34	94	0,9	11,5
15	7	8	—	[1]	—	—	—	—

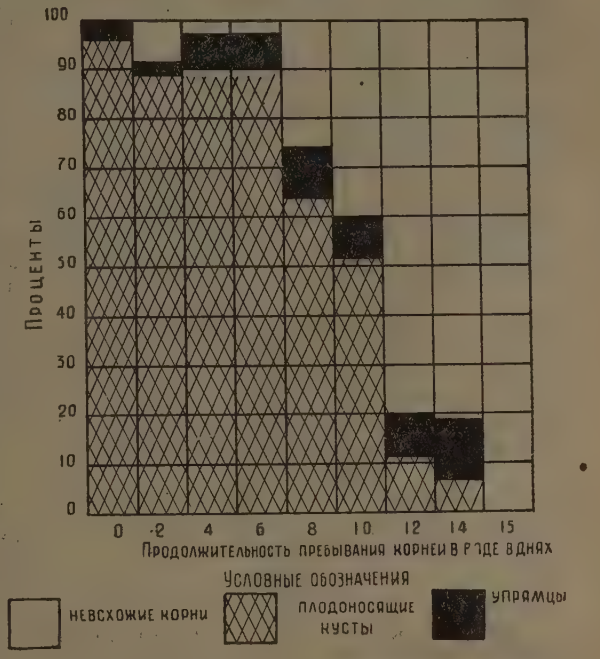
В отношении всхожести в этом опыте почти целиком подтвердились выводы 1932 года. Исключение состояло лишь в том, что по данным

[1] Корни погибли в стадии розетки.

1932 года практически полная гибель определялась продолжительностью пребывания корней под водою в 9—10 дней, а здесь этот срок определился в 11 дней.

Для суждения об энергии всхожести корней производились через каждые два дня поделяночные подсчеты всходов.

Полученные данные, устанавливая размеры гибели посадочного материала от удушья в зависимости от продолжительности пребывания его под водой, показывают, что уцелевшие (при ограниченном времени затопления) корни дают тем худшие показатели, чем продолжительнее было их пребывание под водою. Например, уцелевшие 8% корней при пребывании под водою 15 дней (опыт 1933 года) хотя и проросли в поле, однако вскоре же погибли. Уменьшение пребывания корней под водою обусловливало лучшее развитие высадков, при чем количество плодоносящих кустов было тем больше, чем короче было время нахождения корней под водою. Наоборот, увеличение этого времени обусловливало и увеличение упрямцев.



Ф и г. 1. Распределение корней на всхожие, невсхожие и упрямцев в зависимости от продолжительности пребывания их в воде (при контрольной делянке, принятой за 100).

Наглядное представление о влиянии продолжительности затопления дает, приведенная ниже, фиг. 1.

Приведенные данные в то же время показывают, что урожай семян с га дает закономерное снижение, проявляющееся в определенном параллелизме по отношению к всхожести корней.

Ясное представление о зависимости между всхожестью, урожаем семян и способностью корней к плодоношению дает нижеприведенная фиг. 2.

Из этого графика видно, что уменьшению всхожести соответствует параллельное уменьшение урожая семян и количества плодоносящих кустов, и большое, относительно, увеличение количества упрямцев.

Для качественной характеристики полученного урожая нами определялись: абсолютный вес семян, распределение их на фракции по величине клубочков и всхожесть семян (энергия, количество ростков, всхожесть).

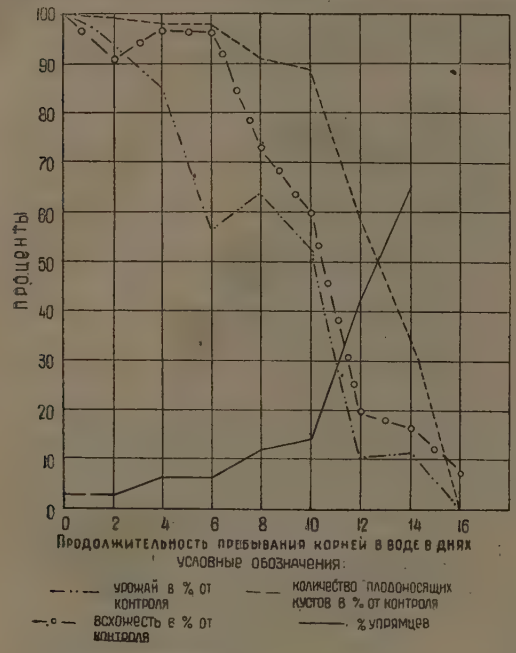
Полученный цифровой материал говорит о том, что пребывание высадочных корней в воде на качество урожая семян, оставшегося в живых материала, отрицательного влияния не оказывает.

Результаты наших опытов можно кратко сформулировать следующим образом:

1. Пребывание корней в воде губительным образом действует на их всхожесть. Двухдневное пребывание в воде делает негодными к посадке около 3—4% корней. Далее, чем длиннее срок пребывания в воде, тем большее количество корней теряет свою всхожесть, доходя через 10 — 11 дней

практически почти до полной гибели посадочного материала, а через 15 дней до абсолютной гибели всех корней.

2. Пребывание корней в воде влияет угнетающим образом на способность корней к плодоношению, являясь одним из условий, способствующих появлению „упрямцев" на высадочных плантациях. С удлинением срока пребывания корней в воде, количество упрямцев возрастает (в нашем опыте 3% при двух днях и 67% при четырнадцати).



Фиг. 2

3. На энергии всхожести, а также на дальнейшем развитии кустов, пребывание корней в воде заметного влияния не оказывает.

4. Урожай семян на га резко снижается при удлинении срока пребывания корней в воде, доходя до 53% по отношению к контролю при 10 днях и до 12% при 14 днях.

5. Пребывание корней в воде на качестве семян, полученных от этих корней, отрицательным образом не сказывается.

Так как причиной „удушья" высадочных корней в период их зимнего хранения является заливание талыми весенними водами или грунтовыми водами, то предохранительные меры борьбы заключаются, с одной стороны, в том, чтобы не закагатовывать высадки на низких местах, где обычно имеется высокое стояние грунтовых вод. Если же в совхозе вообще таких мест нет, то хранение высадков должно производится в надземных кагатах. С другой стороны, имея в виду опасность заливания кагатных ям талыми водами, кагаты должны располагаться применительно к рельефу местности так, чтобы они не находились поперек пути стока воды, устраивая одновременно водоотводные канавки.

(Получена редакцией 23 августа 1935 г.).

1935 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 5—6
по сахарной промышленности (орган ВНИС'а)

Е. Н. САВЧЕНКО и Ю. Б. РАТНЕР

О ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕПАРАТОВ АНАБАЗИНА И ЛУПИНИНА ДЛЯ БОРЬБЫ СО СВЕКЛОВИЧНЫМИ ТЛЯМИ

Изучая сравнительные инсектицидные свойства дипиридинов, Richardson, Smith и Shepard (1926—30) установили, что наибольшей эффективностью в этой группе пиридиловых оснований отличается β-пиридил—α-пипиридин. Элементарный химический состав, полученного синтетически β-пиридил — α-пипиридина оказался тождественным с никотином, в связи с чем это соединение было названо авторами неоникотином.

Почти одновременно наши советские химики Орехов и Меньшиков (1931), изучая растительные алкалоиды, выделили из сорняка Anabasis aphylla Lin. из семейства Chenopodiaceae алкалоид анабазин, химическое изучение которого показало его полную тождественность с неоникотином (Смит, 1932).

Громадные сырьевые ресурсы, которыми располагает наш Союз, побудили поставить широкие опыты практического использования этого инсектицида и наладить его производство. В течение последних 2—3 лет анабазин завоевал всеобщее признание и в настоящее время широко используется в деле защиты растений. В свеклосахарном хозяйстве анабазин является основным и наиболее надежным средством борьбы с сосущими насекомыми и земляными блохами.

До последнего времени анабазин изготовлялся и поступал в продажу в виде 40% сульфата. Лишь недавно был поставлен вопрос о переходе на изготовление более совершенных по конструкции препаратов, при чем наибольшего внимания заслужили, по нашему мнению, два предложения: одно — о замене сульфата основным анабазином и другое — о применении вместо сульфата нафтената анабазина.

С теоретической и практической точки зрения, оба предложения представляют определенный интерес.

Основной анабазин имеет то преимущество, что он представляет собою концентрированный продукт, исключающий необходимость экономически нерентабельной перевозки кислоты и воды, составляющих 60 — 65% продажного сульфата. Имеются также литературные данные, оценивающие техническую эффективность основного анабазина выше, чем эффективность его сернокислой соли (Дашкевич, 1935).

Нафтенат абазина, предложенный Немирицким (1933), также отличается некоторыми положительными качествами. По своей физико-химической природе он аналогичен олеату никотина, высокие инсектицидные качества которого отметил еще Moore (1918), и обладает всеми свойствами алкалоидного мыла. Применение нафтената анабазина, по мнению Немирицкого, может исключить необходимость использования дефицитного мыла, прибавление которого к основному анабазину и анабазин-сульфату обязательно.

Окончательная оценка предложенных препаратов анабазина возможна лишь при опытной проверке их инсектицидных свойств, которая явилась целевой установкой нашей работы. Мы сравнили между собою техническую эффективность основного анабазина, его сульфата, нафтената и резината, а также алкалоида лупинина, который в значительном количестве добывается из Anabasis'а параллельно с анабазином.

Все опыты проведены в лабораторных условиях на двух видах тлей: черной свекловичной — Aphis fabae Scop. и зеленой оранжерейной —

Myzodes persicae Sul. Методики проведения опытов мы здесь не описываем, так как она подробно охарактеризована в работе Савченко и Дзевалтовской (1936). Отметим лишь, что в связи с большим развитием колоний тли и многочисленностью особей в них число серий было сокращено с 5 до 3.

Все опыты проводились при постоянной температуре в 25 ± 1°С и относительной влажности, равной 50 ± 3%. Испытанные растворы готовились на дестиллированной воде перед самым употреблением. Дозировки исчислялись по весу в пересчете на количество основания, заключавшегося в каждом растворе, при чем основной анабазин дозировался как по сумме алкалоидов (анабазин + лупинин), так и по одному анабазину.

С тем, чтобы учесть влияние физических факторов на эффективность алкалоидов, мы определяли pH, поверхностное натяжение и вязкость всех испытанных растворов. Кислотность определялась колориметрически по Михаэлису и проверялась электрометрическим способом; для определения величины поверхностного натяжения мы пользовались сталагмометром Траубе, а вязкость измеряли по Освальду.

Характеризуя инсектицидные свойства испытанных алкалоидов, мы пользуемся везде ниже понятием эффективности. При изучении алкалоидов методом опрыскивания обычно употребляющийся термин „токсичность" по ряду соображений непригоден. Во-первых, для определения токсичности контактных инсектицидов в строгом смысле слова, мы не располагаем пока соответствующей методикой. Во-вторых, в условиях опрыскивания соли и основания алкалоидов обладают одинаковой потенциальной токсичностью, так как действующим началом и одних, и других является основание, проникающее в организм насекомого в парогазообразном состоянии через трахеальную систему. Конечный эффект поэтому зависит не от различной токсичности препаратов, а от физических свойств растворов, определяющих темп испарения основания и его проникновения в трахеи. Поскольку процессы испарения зависят от ряда привходящих обстоятельств, постольку и результаты инсектицидного действия солей и оснований алкалоидов удобнее оценивать понятием эффективности, применяя его в таком смысле, в каком оно было предложено Stellwaag'ом (1929).

Результаты опытов по определению эффективности

Нами испытаны препараты, содержавшие следующие количества основания: анабазин — 70%(+ 23% лупинина); анабазин-сульфат — 24,41%, анабазин-нафтенат — 31,77%, анабазин-резинат — 29,32% и лупинин — 100%.

Так как прибавление поверхностно-активных ингредиентов изменяет механизм и эффект инсектицидного действия алкалоидов (Савченко и Дзевалтовская, 1936), мы сочли небезинтересным сравнить их между собою, с одной стороны, в водных растворах, и с другой — в эмульсиях мылонафта, который во всех случаях добавлялся в стандартной 0,4% концентрации.

Результаты испытания водных растворов алкалоидов приведены в следующей таблице.

Таблица 1

Наименование препаратов	Концентрация		Смертность тли в процентах		
	По основанию в процентах	По 40% соли в процентах	Aphis fabae Scop.	Myzodes persicae Sulcz.	Средняя для двух видов
1. Основной анабазин (по сумме алкалоидов) . . .	0,02	—	37	—	37
2. Он же (по анабазину) .	0 02	—	30	62	46
3. Анабазин-сульфат . . .	0,02	0,05	62	81	72
4 Анабазин-нафтенат . .	0,02	0,05	76	82	79
5. Анабазин-резинат . . .	0,02	0,05	—	61	61
6. Лупинин	0,02	—	0	—	0
7. Лупинин	0,30	—	38	21	25

При испытании на Aphis fabae Scop. наиболее эффективным оказался нафтенат анабазина, давший 76% смертности против 62% от сульфата. Основной анабазин, независмо от того брался ли он по сумме алкалоидов или по одному анабазину, уступает в эффективности солям и дает в 2 раза меньшую смертность свекловичной тли, чем анабазин-сульфат. Наименее эффективным оказался лупинин. В дозировке 0,02% лупинин дал нулевую смертность тли, в то время как от эквивалентной дозы анабазина гибель достигала 30—37%. Изоэффективными, т. е. дающими одинаковый эффект, оказались дозы в 0,3% лупинина и 0,02% анабазина. Анабазин, таким образом, дал эффект в 15 раз больше эффекта от лупинина.

Полученное соотношение эффективности испытанных препаратов сохранилось также при опрыскивании второго объекта — зеленой оранжерейной тли. Наиболее эффективными оказались опять нафтенат и сульфат анабазина, при чем разница между ними более или менее нивеллировались. Лупинин дал опять низкую смертность, а сульфат анабазина оказался более эффективным, чем основной анабазин. Против ожидания, анабазин-резинат занял по эффективности последнее место среди солей и дал почти такую-же смертность, как и основной анабазин.

Сопоставляя среднюю эффективность водных растворов испытанных алкалоидов и принимая за единицу анабазин-нафтенат, можно дать следующий ряд ниспадающей эффективности:

1. Анабазин-нафтенат 1,00
2. Анабазин-сульфат 0,91
3. Анабазин-резинат 0,77
4. Анабазин-основание 0,58
5. Лупинин 0,13

При опрыскивании афид водными растворами алкалоидов соли анабазина оказались явно эффективней основания, основной-же анабазин обнаружил лучшие инсектицидные свойства, чем лупинин. Из солей первое место занял нафтенат—соль слабой органической кислоты, второе место—анабазин-сульфат—соль сильной минеральной кислоты и третье — анабазин-резинат—соль смоляных кислот.

При испытании алкалоидов в эмульсиях мылонафта соотношение эффективности различных препаратов меняется.

Таблица 2

Наименование препаратов		Концентрация алкалоида		Смертность тли в процентах		
		По основанию в процентах	По 40% соли в процентах	Aphis fabae Scop.	Myzodes persicae Sulz.	Средняя для 2 видов
1. Основной анабазин (по анабазину)	+ 0,4% мылонафта	0,02	—	94	76	85
2. Анабазин сульфат		0,02	0,05	98	79	89
3. Анабазин-нафтенат		0,02	0,05	87	87	87
4. Анабазин-резинат		0,02	0,05	—	76	76
5. Лупинин		0,30	—	40	41	40
6. Лупинин+0,8% мылонафта		0,30	—	58	—	58

Прежде всего сглаживается разница между сульфатом и основанием анабазина, хотя сульфат и сохраняет свое преобладание. Опрыскивание Aphis fabae Scop. основным анабазином дает 94% смертности, а сульфатом — 98%. Чрезвычайно интересно, что анабазин-нафтенат, давший максимальную эффективность в водных растворах, в эмульсиях мылонафта дает сниженную, по сравнению с основным анабазином и сульфатом, смертность тли.

От опрыскивания нафтенатом погибло всего 87%, а от сульфата и основания более 90%. Лупинин с мылонафтом оказался также мало эффективным, как и без активатора. 0,3% концентрация лупинина с добавлением

0,4% мылонафта давала 40% смертности тли, а при доведении концентрации мылонафта до 0,8%—58% гибель Aphis fabae Scop.

В параллельных опытах с Myzodes persicae Sulz повторилась в общем та же картина, которая наблюдалась в опытах с Aphis fabae Scop.

Снова нивеллировалась разница в эффективности основания и сульфата анабазина при незначительном преобладании последнего. Смертность от резината равнялась смертности от основания. Лупинин в 0,3% концентрации дал всего 41% смертности Myzodes persicae Sulz. Нафтенат анабазина при опрыскивании оранжерейной тли оказался менее эффективным, чем в отношении черной свекловичной тли.

Если принять за единицу эффективность анабазин-сульфата, то соотношение эффективности испытанных с мылонафтом алкалоидов выразится в следующих цифрах:

1. Анабазина-сульфат 1,00
2. Анабазин-нафтенат 0,98
3. Анабазин-основание 0,96
4. Анабазин резинат 0,85
5. Лупинин 0,03

Первое место занимает анабазин-сульфат, второе—нафтенат и основание, третье—резинат и последнее, четвертое—лупинин. Снижение эффективности нафтената при добавлении мылонафта, вероятно, относится за счет понижения гидратации мыла в связи с присутствием в растворах двух одноименных ионов нафтеновой кислоты—одного от мылонафта и другого от алкалоидной соли. Концентрация свободной нафтеновой кислоты, обладающей самостоятельным инсектицидным действием, падает, и это обусловливает общее снижение эффективности.

На основании изложенных данных, приходится забраковать резинат-анабазина и лупинин. Оба препарата оказались недостаточно эффективными и вследствие этого непригодными для производственного использования в качестве инсектицидов. Что касается нафтената, сульфата и основания анабазина, то для их окончательной оценки мы поставили еще дополнительную серию опытов. Нафтенат анабазина был предложен Немирицким (9) в целях устранения необходимости применения мылонафта и поэтому его оценка может быть дана лишь после сравнения хозяйственной и технической эффективности, с одной стороны, анабазин-нафтената, и с другой—комбинаций сульфата и основания анабазина с мылонафтом.

Насколько эффективны соответствующие растворы при опрыскивании Myzodes persicae Sulz. можно судить из таблицы 3.

Сравнение дозировок, дающих 96—98% гибели тли, показывает, что наиболее выгодным является применение анабазин-нафтената.

Таблица 3

Концентрация основания (в процентах)	Смертность в процентах		
	Основной анабазин+0,4% мылонафта	Сульфат анабазина+0,4% мылонафта	Нафтенат анабазина
0,020	76	79	82
0,030	86	94	96
0,035	88	98	—
0,040	90	—	—
0,045	95	—	—
0,050	97	—	—

Уже в концентрации 0,075% (по 40% соли) нафтенат анабазина оказывается достаточно эффективным. Соответствующая доза анабазин-сульфата изоэффективна лишь в том случае, если к ней добавляется стандартное

количество мылонафта. Анабазин-нафтенат, следовательно, полностью оправдывает свое назначение. Он исключает, во-первых, необходимость расходования серной кислоты и, во-вторых, прибавление мыла или мылонафта. Поэтому мы считаем, что он заслуживает применения в производственной практике.

Основной анабазин сам по себе мало перспективен, так как для достижения достаточного технического эффекта он должен быть употреблен в высоких, экономически невыгодных концентрациях. Более экономично и вместе с тем эффективно применение сульфата анабазина, в котором расход алкалоида значительно сокращается. При выходе в 400 л жидкости на га (конный опрыскиватель ЗАРА) расход анабазин-основания составит около 200 г; в то же время при употреблении сернокислой соли на ту же площадь нужно затратить всего 130—160 г алкалоида.

Мы считаем, что переход на производство основного анабазина целесообразен лишь в том случае, если, с одной стороны, основание будет стоить дешевле сульфата, и, с другой — вся масса выпускаемого на рынок анабазина будет обеспечена соответствующими добавителями. Учитывая характер технологического процесса получения анабазина, едва ли можно расчитывать на более низкую стоимость основания по сравнению с солью сульфатной кислоты. Наоборот, добавителями анабазин может быть обеспечен полностью. Как показывает таблица 4, увеличение эффективности основного анабазина достигается при помощи различных добавителей, часть которых уже применяется в качестве активаторов анабазин-сульфата.

Таблица 4

Концентрация анабазина (в процентах)	Добавители	Концентрация (в процент.)	Смертность (в процент.)	Примечание
0,02	—	—	62	
0,02	Эмульсойль „ГЭС—2"	0,40	92	Объект:
0,02	Контакт Петрова	0,05	86	
0,02		0,40	62	Myzodes
0,02	Пектиновый	0,20	86	
0,02	клей	1,00	58	persicae Sulz.

Прекрасные результаты дает добавление минерально-масляных концентратов типа эмульсойля „ГЭС — 2". При концентрации эмульсойля в 0,4% и содержании в растворе 0,02% анабазина гибнет, в среднем, 92% оранжерейной тли. Повышение смертности достигается также введением в растворы контакта Петрова и пектинового клея. Интересно, что эти добавители дают лучший эффект в низких дозировках; при повышении дозировок эффективность опрыскивания падает. Например, контакт в концентрации 0,05% повысил эффективность до 86%, а в дозе 0,4% не изменил эффективности анабазина. Также и пектиновый клей в количестве 0,2% значительно повысил эффективность анабазина, а в концентрации 1% немного снизил ее. Как будет видно ниже, эти парадоксальные с первого взгляда результаты находят объяснение в тех физико-химических изменениях, которые происходят в растворах анабазина при добавлении контакта Петрова и пектинового клея.

Вообще нужно отметить, что наибольшего внимания заслуживают свободные нафтеновые кислоты, как возможные активаторы основного анабазина. Нефтяная база СССР растет и крепнет с каждым годом все больше и больше, полностью обеспечивая нужды инсектицидной промышленности. Нафтеновые кислоты могут быть, очевидно, получены в любом количестве и использованы для изготовления анабазин-нафтената. В заводском производстве нафтената нет надобности. Каждое хозяйство, имея исходные материалы, может непосредственно перед опрыскиванием приготовить нафтеновое мыло

анабазина. Для этого нужно лишь освоить метод альтернативного изготовления мыла, который широко применяется в практике защиты растений за границей (H. Martin, 1934).

Известный интерес представляют также сульфокислоты. Среди них имеются такие, которые не осаждаются ионами Ca и Mg и поэтому в своем действии не зависят от жесткости воды. Это свойство некоторых сульфокислот особенно важно, поскольку эффективность опрыскивания комбинациями анабазина с большинством других добавителей в значительной мере зависит от жесткости воды.

Физико-химические индексы

Знание физико-химических свойств инсектицидов чрезвычайно важно. Во многих случаях физико-химические индексы позволяют оценить токсические свойства инсектицидов без предварительного биологического анализа и вместе с тем намечают пути для сознательного изменения свойств инсектицидов в желательном направлении.

Физико-химические свойства алкалоидов изучались многими исследователями. Richardson и Shepard (1931) изучали влияние pH на токсичность никотина. В работах Угрюмова и Вышелесской (1931) сопоставляется техническая эффективность препаратов никотина с их смачивающими свойствами. Савченко и Мокржицкая (1935) приводят в своей статье некоторые данные о влиянии вязкости и поверхностного натяжения на токсичность никотина и анабазина.

В целях выяснения причин, обусловливающих тот или иной эффект действия испытанных нами алкалоидов, мы изучили pH, поверхностное натяжение и вязкость их растворов. На основании полученных материалов, были выведены средние величины всех указанных физико-химических индексов, сведенные нами в 5 и 6 таблицах.

Таблица 5

Наименование препаратов	Концентрация (в процентах)		Физико-химические индексы		
	По основанию	По 40% соли	pH	σ	η
1. Основной анабазин (по сумме алкалоидов)	0,02	—	—	39	2′54″
2. Он же (по анабазину)	0,02	—	7,5	39	3′00″
3. Анабазин-сульфат	0,02	0,05	6,1	41	2′55″
4. Анабазин-нафтенат	0,02	0,05	6,8	55	2′54″
5. Анабазин-резинат	0,02	0,05	7,8	51	3′26″
6. Лупинин	0,02	—	8,0	39	3′05″
7. Лупинин	0,30	—	8,4	44	3′01″

В таблице 5 даны физико-химические индексы водных растворов алкалоидов, не содержавших никаких ингредиентов.

Содержание таблицы показывает, что лупинин и анабазин дают в растворах явно щелочную реакцию. При этом щелочность лупинина (pH=8,0-8,4) в общем выше, чем щелочность анабазина (pH=7,5). Все растворы солей, за исключением резината, имеют кислую реакцию: pH анабазин-сульфата равно 6,1 и нафтената 6,8. Менее кислая реакция растворов нафтената вполне естественна: нафтеновые кислоты являются кислотами слабыми и изменяют pH растворов в меньшей мере, чем сильная сульфатная кислота. Интересно, что резинат анабазина имел в растворе явно щелочную реакцию (pH=7,8) и притом более щелочную, чем эквимолярный раствор основного анабазина. Повидимому, в испытанном нами препарате резината, кроме алкалоида, содержались еще и другие вещества основного характера.

В водных растворах большинство препаратов имело высокое поверхностное натяжение, которое для анабазина, сульфата анабазина и 0,02% лупинина практически мало отличалось от поверхностного натяжения дестиллированной воды. Хорошие смачивающие свойства обнаружились только у нафтената и резината анабазина, которые по своей физико-химической природе сходны с мылами.

Вязкость растворов заметно колебалась у различных алкалоидов. Минимальную вязкость показали основной анабазин и анабазин-нафтенат, максимальную — анабазин-резинат.

Добавление к растворам мылонафта заметно изменяло их физико-химические свойства.

Таблица 6

Наименование препаратов	Концентрация в процентах		Концентрация мылонафта в процентах	Физико-химические индексы		
	По основанию	По 40% соли		pH	σ	η
1. Основной анабазин (по анабазину)	0,02	—	0,4	8,4	63	2′57″
2. Анабазин-сульфат	0,02	0,05	0,4	8,4	68	3′02″
3. Анабазин-нафтенат	0,02	0,05	0,4	8,1	66	3′07″
4. Анабазин-резинат	0,02	0,05	0,4	7,9	67	3′25″
5. Лупинин	0,30	—	0,4	8,4	65	3′12″
6. Лупинин	0,30	—	0.8	8,4	65	3′09″

Все растворы приобрели щелочную реакцию. Наиболее щелочными оказались растворы лупинина, pH которых поднялось выше 8,4 и не могли быть поэтому точно измерено ни по Михаэлису, ни по Вейбелю. Щелочность основного анабазина равнялась 8,4 и соответствовала щелочности анабазин-сульфата. Наименее щелочными были растворы нафтената и резината анабазина (pH—8,1 и 7,9).

Разница в поверхностном натяжении растворов при добавлении мылонафта нивеллировалась. Поверхностное натяжение заметно понизилось и все препараты приобрели практически вполне удовлетворительные смачивающие свойства.

Различная вязкость растворов сохранилась. Наиболее вязким оказался опять анабазин-резинат, а за ним лупинин и нафтенат.

Добавление других активаторов также повлияло на физические свойства растворов. При концентрации основного анабазина в 0,02% и введении в растворы эмульсойля „ГЭС-2“, контакта Петрова и пектинового клея наблюдались следующие изменения.

Таблица 7

Добавители	Концентрация (в процентах)	Физико-химические индексы		
		pH	σ	η
1. Без добавителя	—	7,5	39	2′54″
2. Эмульсойль . .	0,4	8,1	64	3′23″
3. Контакт	0,05	6,1	50	3′18″
4. Контакт	0,40	4,1	86	3′24″
5. Пектин	0,2	6,0	39	3′07″
6. Пектин	1,0	5,0	40	3′36′,

Эмульсойль повышал щелочность растворов, а контакт Петрова и пектиновый клей закисляли их. Смачивающие свойства, судя по величине

поверхностного натяжения, улучшались при добавлении контакта и эмульсойля, не изменяясь практически от пектинового клея. Вязкость заметно возрастала от всех добавителей, при чем наиболее вязкими оказались растворы, содержавшие пектиновый клей.

Сопоставляя физико-химические индексы с показателями эффективности испытанных растворов, можно дать каждому из них следующую оценку.

В растворах одного и того же препарата, как показали еще предшествовавшие исследования, pH оказывает значительное влияние на эффективность опрыскивания. Прибавление небольших доз контакта Петрова и пектинового клея, закисляя растворы основного анабазина, повышает процент смертности тли. Повышение дозировок этих добавителей приводит к значительному увеличению концентрации водородных ионов и к падению эффективности опрыскивания.

Инсектицидная активность различных препаратов анабазина и лупинина, повидимому, мало зависит от pH. Слабокислый раствор анабазин-нафтената дает большую смертность афид, чем кислый анабазин-сульфат, с одной стороны, и щелочный резинат — с другой. Слабо щелочные растворы анабазина эффективнее явно щелочных растворов лупинина, а последние действуют также слабее щелочного резината. При добавлении мылонафта все препараты приобретают щелочную реакцию, сохраняя вместе с тем свои индивидуальные свойства.

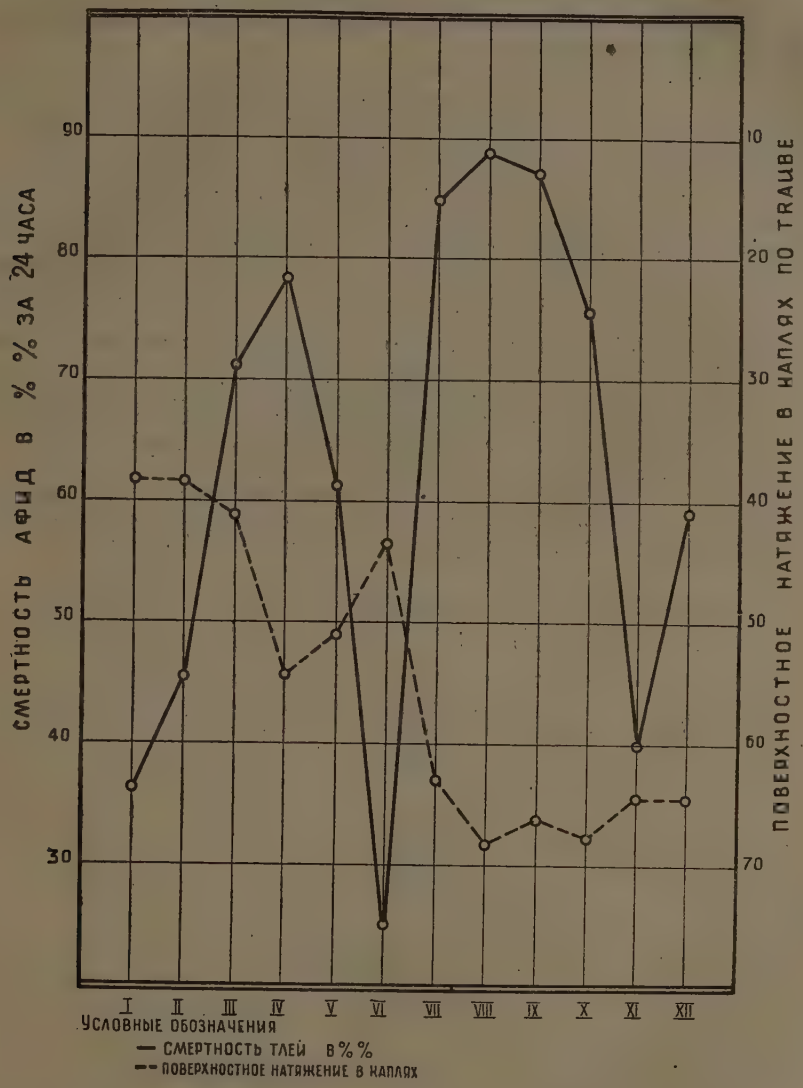
Большое влияние на эффективность оказывает величина поверхностного натяжения. Как видно из графика, между поверхностным натяжением и эффективностью имеет место явная корреляция. Снижение поверхностного натяжения приводит обычно к увеличению эффективности, что хорошо видно на примерах мылонафта и эмульсойля. Исключение составляет лишь резинат анабазина. Он принадлежит к группе смоляных солей, повышающих адезивность растворов (F a l c k, 1921), и одновременно к числу наименее эффективных солей из всех нами испытанных.

Повидимому, хорошие смачивающие свойства растворов анабазин-резината как бы нейтрализуются высокой вязкостью, им присущей. Можно отметить, что все растворы с высоким вискозитетом дают относительно низкий эффект. Савченко и Дзевалтовская (1936) объясняют это явление замедленным продвижением вязких растворов в трахеальных стволах, и таким же образом можно объяснить, почему хорошо смачивающий анабазин-резинат дает меньший эффект, чем это можно было бы ожидать на основании его физических свойств. Еще F a l c k отметил, что резинат, гидролизуясь дает рыхлые хлопья смолы, которые забивают дыхательные пути, образуя, своего рода, „пробки". В некоторых случаях насекомые способны эти „пробки" выталкивать и освобождаться таким путем от части введенного инсектицида. Насекомые, которым удается избавиться от смолы, обычно выживают и это не может не вызвать снижения эффективности опрыскивания.

Определенный антагонизм действия наблюдается также между поверхностным натяжением и pH. При высоких концентрациях водородных ионов эффективность опрыскивания обычно не соответствует смачивающим свойствам препаратов. Контакт Петрова в дозе 0,4% сильно понижает поверхностное натяжение растворов анабазина, но не изменяет заметно их эффективности. В то же время низкие концентрации контакта, изменяя pH растворов в меньшей мере, заметно повышают смертность тли.

В общем ни один из исследованных нами физико-химических факторов не выступает обычно в чистом виде. В одних случаях эффективность опрыскивания зависит в большей мере от одного, в иных — от другого фактора. Взаимодействие отдельных физико-химических факторов чрезвычайно сложно и роль различных свойств часто перекрывает друг друга. Существующая цепная зависимость не позволяет характеризовать инсектицидные свойства растворов каким либо одним индексом вне связи с дру-

гими. Эффективность опрыскивания определяется комплексом свойств растворов, центральное звено которого может быть найдено лишь при учете всех тех условий, на фоне которых производится опрыскивание.



Корреляция между поверхностным натяжением и эффективностью лупинина и различных препаратов анабазина. [Римским цифрам соответствуют: I, II—водные растворы основного анабазина; III—анабазин-сульфата; IV—анабазин нафтената; V—анабазин-резината; VI—лупинина; VII—XII—мыльные эмульсии тех же препаратов (см. таблицы 1 и 2)]

Общая оценка результатов

Исследуя различные алкалоиды, Campbell, Sulliwan и Smith (1933) нашли, что токсичность лупинина для личинок комаров из рода Culex меньше токсичности анабазина. Тот же факт отмечает Дашкевич (1935),

работавший с тлями, а также Горяинов (1935). Лишь один Попов (1935) высказывает мнение, что лупинин может быть хорошим инсектицидом.

Наши данные полностью подтверждают результаты исследований Горяинова, Дашкевича и американских токсикологов. Лупинин менее эффективен, чем анабазин, и это может быть подтверждено рядом теоретических соображений.

Работами многочисленных исследователей установлено, что токсичность инсектицидов является в известной мере функцией их физико-химических свойств. В одних случаях выдвигают на первый план химическую структуру, например, Tattersfield с сотрудниками (1920-27), Campbell, Sulliwan, Smith и Heller (1934), Möbius и Wedekind (1933), Lyman (1933) и др.; в других случаях большую роль приписывают физическим свойствам (Moore, 1918). Попов (1932), например, полагает, что химические свойства вещества определяют потенциальную токсичность, а физические — способность ее реализации. Иными словами, от физических свойств зависит в большей мере эффективность, а от химических токсичность инсектицидов.

Изучая свойства фумигантов, Moore установил определенную закономерность изменения их инсектицидных свойств в зависимости от температуры кипения и летучести. По Moore, высококипящие и сравнительно мало летучие вещества в общем более пригодны для фумигации, чем низкокипящие и обладающие большой летучестью. Оптимальная зона температур кипения фумигантов лежит между 245—250°С.

Алкалоиды и, в частности, лупинин являются газоотравляющими веществами. Как показывает таблица 8, правило Moore в общем справедливо для алкалоидов, хотя и имеет ряд исключений.

Таблица 8

Группы алкалоидов	Соединения	Температура кипения °С
1. Слабо-токсичные	Пиколин (α)	97
	Пиперидин	106
	Пиррол	131
	Пиридин	115
2. Средне-токсичные	Хинолин	238
	Изохинолин	273
	Лупинин	256
	Гексагидроникотин	246
3. Высоко-токсичные	Дигидрометаникотин	258
	Метаникотин	275
	Никотин	247
	Анабазин	280

Источники: Петров (1928), La Forg (1928), Abderhalden (1911)

Исключением служат, например, лупинин, хинолин и изохинолин, которые кипят при сходной с никотином температуре и вместе с тем мало токсичны и эффективны.

Существующие исключения дали повод некоторым исследователям, например, Richardson'y и Smith'y (1923), а также Neifert'y (1925), отрицать правило Moore. Однако, большинство их доводов лишь подчеркивает, что обобщение Moore не имеет абсолютного значения, какого ему не приписывал и сам автор.

Обобщение Moore оправдывается при практической проверке лишь тогда, когда учитывается вся совокупность свойств инсектицида. Правило Moore

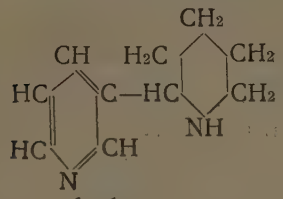
должно быть уточнено в том смысле, что изменение температуры кипения отражается закономерно на инсектицидных свойствах лишь в пределах групп, сходных по структуре органических соединений.

Из таблицы видно, что низко-кипящие моноциклические алкалоиды менее токсичны и эффективны, чем высоко-кипящие и бициклические, при чем последние в свою очередь делятся на 2 группы: из интересующих нас препаратов к первой относятся никотин и анабазин, а также их производные, ко второй — лупинин, хинолин и изохинолин.

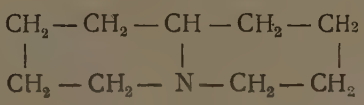
Анабазин и никотин принадлежат к числу наиболее эффективных и токсичных для насекомых алкалоидов, относящихся по классификации Abderhalden'a (1911) к пиридиновой группе. Для этой группы характерно бициклическое строение и наличие лишь одной связи между ядрами. Повидимому, этот структурный признак имеет большое физиологическое значение, так как построенные аналогично дипиридилы также оказались высокотоксичными и подробное исследование их привело в свое время к открытию неоникотина (Richardson, Smith и Shepard, 1926-30; Nagel, 1931).

Также бициклический хинолин (см. формулу) отличается тем, что входящие в его состав бензольное и пиридиновое ядра сливаются, образуя конденсированный бицикл.

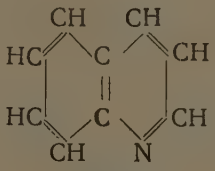
Характерно, что лупинин также образуется при конденсации двух пирролидиновых колец, путем которой возникает, так называемое, хинуклиновое или лойпоновое кольцо (Clamon и Rapar, 1933).



Анабазин



Лупинин



Хинолин

Более чем вероятно, что конденсация бициклов служит причиной ослабления токсических свойств лупинина, хинолина и сходных с ними алкалоидов, но не отражается вместе с тем на таких физических признаках, как температура кипения.

Физические свойства, не оказывающие заметного влияния на инсектицидную активность лупинина и хинолина, приобретают, однако, большое значение в вопросе сравнительной эффективности основного анабазина и его солей, который по существу включается в общую проблему сравнительной эффективности солей и оснований алкалоидов.

Работами многочисленных фармакологов (Langley and Dickinson, 1899; David and Lyman, 1932) и некоторых энтомологов (De Ong, 1923; Richardson and Shepard, 1930) установлено, что соли алкалоидов менее токсичны для различных животных, независимо от их положения в системе, чем соответствующие основания. Параллельно был установлен не менее бесспорный факт, что введение вместе с основанием в организм кислоты замедляет действие алкалоида и что соли никотина и анабазина оказываются в щелочной среде более эффективными инсектицидами, чем в кислой (De Ong, 1923; Савченко и Дзевалтовская, 1936).

Главным образом, вследствие склонности к перенесению физиологических данных с позвоночных на насекомых и под влиянием господствовавших фармакологических воззрений, указанный факт был истолкован, как доказательство большей инсектицидной активности основного никотина, связанной с его высокой летучестью.

Соответствующая оценка вошла во все наиболее авторитетные руководства по защите растений (Trappman, 1927; Martin, 1923; Wardle, 1929) и лишь опубликование обстоятельной работы Угрюмова и Вышелесской (1931) заставило ее пересмотреть заново.

В многочисленных лабораторных и полевых опытах с клопиками и различными тлями авторы показали, что инсектицидная активность чистого никотина значительно меньше, чем активность его солей. Эти результаты нашли позже подтверждение в исследованиях Савченко и Мокржицкой (1935), а также в нашей работе.

Данные Угрюмова и Вышелесской оценивались некоторыми энтомологами (Белановский, 1934; Савченко и Мокржицкая, 1935), как опровержение существовавших воззрений. Критический анализ, однако, показывает, что по существу никаких расхождений между двумя, казалось бы диаметрально противоположными, взглядами нет. Их кажущаяся несовместимость проистекает из того, что до сих пор ни один исследователь, занимавшийся алкалоидами, не разграничивал двух понятий принципиальной важности: токсичности и эффективности алкалоидов.

Большинство иностранных исследователей не учитывало специфических свойств объектов. Изучая основной никотин и его соли, они работали либо с гусеницами различных чешуекрылых (Del Guercio, 1900), либо с личинками комаров из рода Culex (Richardson and Shepard, 1931), иными словами, с такими объектами, которые очень мало подходят для испытания контактных инсектицидов. Само собою разумеется, что условия действия алкалоида на гусениц и личинок кульцид существенно отличались от способов воздействия тех же веществ на клопиков и тлей. Гусеницы поедали алкалоид вместе с пищей, в организм личинок комаров инсектицид проникал через рот и лепестки трахейных жабр. В обоих случаях довольно быстро достигался непосредственный контакт яда с клетками, и конечный эффект определялся действием алкалоида на клетки организма. Так как основные растворы, согласно классическим работам Overton'a (1897), проникают в клетку легче и быстрее кислых, то естественно, что токсическое действие основного никотина, по сравнению с солями, было больше.

Иной механизм действия алкалоидов имеет место при опрыскивании сосущих насекомых. Чистые растворы никотина и анабазина, а также их солей, обладают слабо выраженными адезивными свойствами и поэтому не проникают в трахеи насекомых (Moore, 1918; Савченко и Дзевалтовская, 1936). По данным Indoo (1916), гиподермальная кутикула практически также мало проницаема для них[1]). Потенциальная токсичность анабазина и никотина может реализоваться в клетках организма лишь при условии определенного хода процессов испарения и концентрации паров алкалоидов, определяющих способность их проникнуть в трахеальную систему и конденсироваться там в достаточном количестве. Токсичность инсектицидов отступает на второй план и центр тяжести переносится на побочные процессы, главным образом на способность растворов функционировать в качестве фумигантов. Конечный результат определяется понятием эффективности, которая в данном случае, как и во многих других, не совпадает с представлением о токсичности инсектицидов.

[1] Следует отметить, что в последнее время некоторые исследователи допускают возможность диффузного прохождения никотина через гиподермальную кутикулу насекомых, но в парогазообразном состоянии. См. по этому поводу: Richardson C., Glower L. and Ellisor L. — „Science", 80, № 2662, 1934.

Оценивая сравнительную эффективность анабазина и никотина и их солей с точки зрения фумигационной функции этих инсектицидов, мы должны вернуться к концепции Moore.

В соответствии с нашей интерпретацией правила Moore, изменения быстроты испарения и упругости паров лишь в определенном интервале закономерно влияют на изменение эффективности. Выше и ниже определенного предела количественное изменение фактора летучести дает новое качество и слишком быстро испаряющиеся вещества могут, следовательно, оказаться настолько же неэффективными, как и слишком медленно испаряющиеся. Очень летучие основания анабазина и никотина могут быть не только более эффективными, чем их медленно испаряющиеся соли, но, наоборот, уступать им в эффективности инсектицидного действия.

Подобная возможность вытекает из правила Габера (Попов, 1935), справедливого для всех куммулирующих фумигантов, к числу которых принадлежат никотин и анабазин. Согласно правила Габера: $W = ct$ — эффективность ОВ (W) пропорциональна произведению из концентрации (c) на время экспозиции (t). Если мы подставим в правую часть уравнения вместо c или t бесконечно малые величины, то и значение W, как это вытекает из элементарных математических представлений, будет бесконечно малым. Иначе говоря, как бы велика ни была концентрация, при короткой экспозиции будет получен низкий эффект. Темп респирации окажется недостаточным для накопления в организме дозы, дающей лéтальный эффект. Наоборот, тот же результат будет достигнут и в том случае, если придать большое числовое значение t и сократить до минимума c. Низкие дозы практически никогда не дадут накопления в организме пороговой дозы и вместо токсического может быть получен, например, физиологический эффект.

Из правила Габера можно логически вывести существование оптимальных соотношений множителей c и t, при которых инсектицидные свойства фумигантов реализуются с наибольшей полнотой.

Имеется ряд наблюдений, показывающих, что оптимальное соотношение множителей может быть скорее достигнуто при применении солей анабазина и никотина и что основания этих алкалоидов слишком летучи, чтобы быть эффективными инсектицидами.

Еще De Ong (1923) выяснил, что основной никотин улетучивается с растений вскоре после опрыскивания. В течение первых 3 часов исчезает до 85% основания, в то время как при опрыскивании никотин-сульфатом еще через 48 часов можно обнаружить на листьях до 15% никотина. В опытах Richardson'a (1934) с Thaeniothrips gladioli M. „основной никотин оказался неэффективным, повидимому, вследствие того, что он скоро исчезал с листьев, благодаря большей летучести". Наоборот, медленно испаряющийся никотин-сульфат дал большую смертность трипсов, при чем эффективность еще увеличивалась при добавлении кислой мелясы. Активирующее действие сахара на растворы никотина объясняют тем, что он задерживает испарение никотина[1]. Аналогично действуют масла[2]. К числу положительных качеств мыла Moore относит тот факт, что оно не увеличивает летучести никотина.

Повидимому, основной анабазин и никотин, благодаря высокой летучести, испаряясь дают высокие концентрации паров, которые также быстро падают, как и создаются. В результате, соотношение множителей правой части уравнения Габера нарушается в неблагоприятную сторону, и эффективность падает. Наоборот, из растворов солей основание испаряется более медленными темпами и создает средние концентрации продолжительного действия. Если процесс отдачи алкалоида слишком замедляет-

[1] Mon. Bull. Dep. Agric. Calif., 20 (10-11), 1931.
[2] U. S. Dep. Agric. Techn. Bull., 281, 1932.

ся, например, в кислых растворах, то и соли оказываются недостаточно эффективными.

Справедливость приведенной нами схемы подтверждается рядом косвенных данных. Щелочные растворы солей никотина и анабазина эффективнее кислых именно потому, что ускоряющийся в них процесс отдачи основания все время регулируется своеобразным буфером — кислотным остатком. Роль этого буфера особенно четко выступает в солях алкалоидов и слабых минеральных кислот, которые всегда эффективнее аналогичных солей сильных минеральных кислот (Савченко и Мокржицкая, 1935; Дашкевич, 1935).

Основной анабазин кипит при 280° и обладает меньшей упругостью паров, чем кипящий при 247° никотин (Горбачев, 1934). В соответствии с этим он, с одной стороны, менее токсичен никотина (Campbell, Suliwan and Smith, 1933), и с другой — эффективнее его (Савченко и Мокржицкая, 1935).

Сульфат анабазина, однако, менее эффективен сульфата никотина, так как быстрота испарения анабазина из растворов сернокислой соли, повидимому, меньше, чем быстрота испарения никотина и лежит у нижнего предела оптимальной зоны.

Замедляя темп испарения основного анабазина, можно искусственно повысить его эффективность. Мы установили при помощи биоиндикатора (Горянинов, 1935), что добавление к растворам основного анабазина пектинового клея увеличивает концентрацию Н-ионов и в связи с этим замедляет отдачу основания. Тем не менее, пектиновый клей, при pH не ниже 6 не только не ослабляет эффективности опрыскивания, но, наоборот, повышает ее. Изменение эффективности должно быть всецело отнесено за счет темпа испарения основания, так как соответствующие pH = 6 дозировки пектинового клея практически не изменяют смачивающих свойств раствора. При повышении дозировок пектина до pH = 5, темп испарения алкалоида опускается уже ниже оптимальной точки и смертность тлей при опрыскивании такими растворами понижается. Вследствие чрезмерно медленного испарения алкалоида даже хорошо смачивающие растворы анабазина, содержащие контакт Петрова в концентрации 0,4% (pH = 4), дают при опрыскивании недостаточный эффект.

Большого внимания заслуживает тот факт, что при добавлении мылонафта разница эффективности опрыскивания афид анабазин-основанием, анабазин-сульфатом и нафтенатом в значительной степени нивеллируется. Разница в эффективности указанных препаратов сглаживается именно потому, что они почти полностью утрачивают функцию фумигантов и проникают в трахеи насекомого уже не в парогазообразном состоянии, а в жидком (Савченко и Дзевалтовская, 1936). Если некоторая разница в действии и сохраняется, то она зависит от двух причин. С одной стороны, даже при идеальной технике опрыскивания некоторая часть тлей не смачивается и поэтому подвергается лишь действию паров анабазина, как и при опрыскивании водными растворами. Естественно, что процент гибели этой части тлей по прежнему определяется процессами испарения алкалоида. С другой стороны, процессы испарения оказывают уже второстепенное влияние на эффективность той части раствора анабазина с мылонафтом, которая проникла в трахеи тлей. Действие растворов анабазина внутри организма зависит уже от их токсичности и способности проникать в ткани и клетки организма. Чем меньше в растворе концентрация водородных ионов, тем легче проникает анабазин в клетки и тем скорее оказывает он летальное действие на протопласты и организм в целом. Наоборот, в кислых растворах действие замедляется и этим объясняется причина низкой эффективности растворов анабазина с высокими концентрациями контакта.

Подводя итоги всем приведенным нами фактам и теоретическим соображениям, мы вправе заключить, что соли никотина и анабазина дают

больший эффект при опрыскивании тлей, чем соответсвующие основания, именно в силу более медленной отдачи алкалоида в парогазообразном состоянии. Это объяснение противоречит господствовавшим до сих пор в литературе воззрениям, но настолько удовлетворительно объясняет практические наблюдения, что должно быть принято в качестве предпосылки для дальнейших исследований. Последние безусловно необходимо осуществить, поскольку они внесут большую ясность в трактуемый вопрос и позволят дать окончательную оценку высказанной нами гипотезе.

Выбирая методы дальнейших исследований, нужно строго разграничивать понятия токсичности и эффективности алкалоидов. Целевая установка определит характер объектов, наиболее удобных для установления сравнительной токсичности или эффективности этой группы инсектицидов. Лучше всего испытывать алкалоиды на таких объектах и такими способами, которые ближе всего соответствуют условиям оперативной борьбы. Нужно твердо помнить, что действие инсектицидов зависит не только от их физико-химических свойств, но и от условий, в которых инсектициды применяются, от способа их нанесения и особенно от видовой специфичности органических объектов (насекомых, растений). Только комплексный анализ, исходящий в равной мере из физико-химических, физиологических и экологических предпосылок, может приблизить нас к пониманию механизма действия инсектицидов и, следовательно, к сознательному управлению ими.

Выводы

1. При опрыскивании тлей водными растворами, соли анабазина оказываются более эффективными, чем основной анабазин. Первое место среди солей занимает анабазин-нафтенат, второе — анабазин-сульфат и третье — анабазин-резинат. В общем подтверждается мысль, высказанная Савченко и Мокржицкой, а затем Дашкевичем, что водорастворимые соли анабазина и слабых кислот более эффективны, чем аналогичные соли сильных кислот.

2. При опрыскивании тлей растворами, содержащими мылонафт, наиболее эффективными оказываются анабазин-сульфат и анабазин-основание; нафтенат занимает второе место, резинат сохраняет свою низкую техническую эффективность.

3. Лупинин обнаружил очень низкую эффективность как в водных растворах, так и в растворах мылонафта.

4. Лупинин и резинат анабазина бракуются, как непригодные для практического использования инсектициды. Наибольшего внимания заслуживает анабазин-нафтенат, обладающий всеми свойствами мыла. Применение нафтената анабазина дает одновременно экономии дефицитной щелочи (NaOH), мылонафта и алкалоида.

5. Сульфат анабазина должен быть предпочтен основанию, так как при его применении равный технический эффект достигается при меньшем расходе алкалоида. Замена сульфата анабазина основанием целесообразна лишь в том случае, если основание будет дешевле соли и если всю массу выпускаемого анабазина можно будет обеспечить соответствующими добавителями.

6. В качестве добавителей к анабазину, кроме мылонафта, могут найти применения минерально-масляные эмульсии, сульфокислоты и некоторые другие вещества. Особенно перспективны нафтеновые кислоты и сульфокислоты. Из нафтеновых кислот и анабазина можно изготовить алкалоидное мыло непосредственно перед опрыскиванием (альтернативный способ). Среди сульфокислот имеются такие, которые аналогично патентным „Аралам“ не осаждаются ионами Ca и Mg, давая одинаковый эффект как на жесткой, так и на мягкой воде.

7. Эффективность алкалоидов, в общем, зависит от физико-химических свойств. Повидимому, бициклические алкалоиды эффективнее и токсичнее моноциклических, при чем конденсированные бициклы типа лупинина менее эффективны и токсичны, чем такие бициклы, в которых кольца соединены лишь одной связью (никотин, анабазин, дипиридилы).

8. Инсектицидные свойства сходных по структуре алкалоидов зависят от упругости их паров. Слишком высокая и слишком низкая упругость паров в одинаковой мере снижают токсичность алкалоидов. От упругости паров зависит также сравнительная эффективность водных растворов солей и оснований анабазина и никотина. При опрыскивании афид водными растворами анабазина и никотина, эти алкалоиды функционируют в качестве фумигантов. Поэтому эффект их действия может быть, согласно правила Гобера, определен соотношением концентрации паров и временем их действия (экспозицией). Наибольшая эффективность достигается при определенном соотношении концентрации и экспозиции. Летучие основания анабазина и никотина дают быстро высокие концентрации, но неспособны их долго поддерживать; наоборот, соответствующие соли испаряются медленнее и поддерживают определенную концентрацию паров в течение продолжительного промежутка времени. Как показывают многочисленные факты, именно этим объясняется большая эффективность солей анабазина и никотина по сравнению с основаниями.

9. Эффективность растворов различных препаратов анабазина зависит от их pH, вязкости и поверхностного натяжения. pH влияет на эффективность опрыскивания, главным образом, в пределах какого либо одного препарата. Вязкость и поверхностное натяжение имеют более общее значение. Снижение поверхностного натяжения и вязкости обычно способствуют навышению эффективности, а увеличение — понижает эффективность опрыскивания. Между поверхностным натяжением, с одной стороны, вязкостью и pH — с другой, наблюдается известный антагонизм действия. Высокая концентрация водородных ионов и высокий вискозитет обычно нейтрализуют положительное действие поверхностной активности растворов.

10. Следует различать токсичность и эффективность алкалоидов. Отождествление этих понятий затрудняет правильный выбор методики исследования и порождает ошибочную оценку инсектицидных свойств алкалоидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Аввакумов—На защ. урож. 4, 1935
2. Н. Архангельский — Защ. раст. от вредит. 5—6, 1930
3. І. Біляновський — Нові дос. в боротьбі з шкідн. Київ, 1934
4. С. Горбачев — Журн. прикл. химии, VII (3), 1934
5. А. Горяинов, Н. Горяинова и Ф. Коблова—Тр. НИУИФ'а, вып. 123, 1935
6. Б. Дашкевич — Отчет ВИЗР за 1934 Ленингр. 1935
7. М. Залкинд — Н. З. XXI — XXII
8. И. Кораб и М. Залкинд — Ibidem, XL (2)
9. И. Кораб, Е. Савченко и И. Ярмоленко — Хлорпикрин в борьбе со свекл. долгон. (рукопись)
10. Б. Немирицкий — Сбор. ВИЗР. 6, 1933
11. А. Орехов и И. Меньшиков — Бюл. научно-иссл. хим.-фарм. инст. 1-2, 1931
12. А. Петров — Изв. отд. прикл. энтом. III(2), 1928
13. П. Попов — Бюл. V Всесоюз. съезда по защ. раст., 7. Ленингр., 1932
14. П. Попов —Тр. НИУИФ'а, вып. 123, 1935
15. Е. Савченко и Е. Мокржицкая — Сбор. раб. энтом. лабор. ВИМП'а. 1, 1935
16. Е. Савченко и Н. Дзевалтовская — К сравн. эфф. актив. анаб.-сульф. (рукопись)
17. К. Смит — Хим.-фарм. пром. 6, 1932
18. Г Угрюмов и Н. Вышелесская—Тр. по защ. раст., III (1), 1931
19. S. Abderhalden — Biochem. Handlex. V, Berlin, 1911
20. F. Campbell, W. Sulliwan and C. Smith — Journ. Econom. Entom., 26, 1933
21. F. Campbell, W. Sulliwan, C. Smith and H. Heller — Ibidem, 27, 1934
22. G. Clamon et R. Rapar—Journ. Chem. Soc., 1933

23. I. David and C. Lyman—Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 29, 1932
24. E. de Ong — Journ. Econom. Entom. 16, 1923
25. R. Falck — Zeitsch f. angew. Entom. 7, 1921
26. G. Gaercio — Nuove Relaz. Staz. Entom. Agric. Tirenze, ser. 1, 3, 1900 9.
27. F. La Forg — Journ. Amer. Chem. Soc. 50, 1928
28. C. Lyman — Ibidem, 55, 1933
29. N. Martin — The Scient. Princ. Plant Prot. London, 1928
30. H. Martin — Hort. Educ. Assoc. I, 1934
31. N. Mc. Indoo — Journ. Agric. Res. 7, 1916
32. K. Möbius und E. Wedekind — Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss. II—III, 1932-33
33. W. Moore and S. Graham — Journ. Agric. Res. XI—XIII, 1918
34. N. Nagel — Anz. Schädlingsk. VII, 1931
35. L. Neifert, R. Cook, R. Roark and H. Tonkin — U. S. Dep. Agric. Bull., 1313, 1925
36. E. Overton — Zeitschr. Physiol. Chem. 22, 1897
37. H. Richardson, and C. Smith — U. S. Dep. Agric. Bull. 1160, 1923
38. H. Richardson and C. Smith — Journ. Agric. Res., 33, 1926; 41, 1931
39. H. Richardson — Ibidem, 49, 1934
40. C. Smith — Journ. Amer. Chem. Soc. 50, 1928; 53, 1931
41. C. Smith — Journ. Econom. Entom. 24, 1931
42. C. Smith, H. Richardson and H. Shepard — Ididem, 25, 1932
43. F. Stellwaag — Anz. Schädlingsk. V, 1929
44. F. Tattersfield and A. Robert — Journ. Agric. Sci, X (2), 1920
45. F. Tattersfield and H. Morris — Bull. Entom. Res. XIV, 1924
46. F. Tattersfield, C. Gimingham and H. Morris — Ann. Appl. Biol. XII, 1925; XIV, 1927
47. W. Trappman — Schädlingsbekämpfung, Leipzig, 1927
48. P. Wardle — The Problems of Appl. Entomology. Manchester, 1929.

(Получена редакцией 20 декабря 1935 г.).

НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ

по сахарной промышленности (орган ВНИС'а)

РЕФЕРАТЫ

Bonne. Селекция вылезающей из земли сахарной свеклы (зеленоголовой) D. Z. 1935, № 17, стр. 353 — 356.

Данная статья представляет доклад доктора Бонне на очередном собрании членов Силезской ассоциации немецкого общества сахарной промышленности в гор. Бреслау 3/IV 1935 г.

Чрезвычайно показательно для современного состояния селекции свеклы, что из Силезии, из которой начала свое победное шествие сахарная свекла, тоже сообщается о новой форме сахарной свеклы.

Изменяется направление отбора, ибо помимо сахаристости необходим отбор и на урожай. Формы вылезающие—в селекции браковались, так как надземная часть имеет более низкое содержание сахара и много несахара. Но несмотря на это, эта проблема поднималась с самого начала селекции. Удобство уборки, повышение урожайности являются заманчивой целью. Однако для разрешения этой проблемы нужны многочисленные опыты.

Для достижения подобной цели проводилось много раз скрещивание сахарной и кормовой свеклы, но никому не удалось получить искомую комбинацию этих двух свекл. Это объясняется дальностью родства сахарной свеклы с кормовой свеклой. От скрещивания сахарной свеклы с дикой не удается получить вылезающих форм. Нельзя получить вылезающие формы и при помощи простого отбора из сахарной свеклы.

Hermann Strube начал работы по получению вылезающей свеклы в Schlanstedt в 1910 г. Для этого отбирались вылезающие формы из семей „*E*“ и F_1 от скрещивания сахарной свеклы Strube с белой Zankerfutterrübe. Отобранные растения были высажены в месте, благодаря чему произошло обратное скрещивание. В начале работы отбиралось много модификаций, так как в некоторые годы обычная сахарная свекла имеет склонность к вылезанию. В первые годы мало обращали внимания на сахаристость и старались получить константные вылезающие формы. Благодаря отбору в течение ряда лет получена сахарная свекла, у которой вся шейка и часть собственно корня выступает из земли, хотя еще и встречаются растения, у которых это свойство выражено в слабой степени. Отбор лучше всего вести в такие годы, которые не благоприятствуют проявлению вылезания, что видно из таблицы 1.

Таблица 1

Отбор на зеленоголовость (вылезание) в одной селекционной группе. Процент зеленоголовых потомств.

Год испытаний	Сильно вылезающих	Средне вылезающих	Слабо вылезающих
1930 г.	100	0	0
1932 „	39	44	17
1934 „	75	20	5

Отбор в 1932 г. дал лучшие результаты, чем в 1930 г. (год, когда это свойство проявлялось очень хорошо).

Желаемая форма корня была получена благодаря отбору в течение ряда лет и лишь после этого началась селекция на сахаристость. В начале селекции сахаристость была очень низкой в целом для всей свеклы и наблюдались большие различия в сахаристости между подземной и надземной частью корня.

Вследствие отбора в течение ряда лет различие сахаристости между надземной и подземной частью корня достигает, лишь 1% а общая сахаристость вылезающей свеклы уступает обычным маркам свеклы типа „*E*“ на пол-или один процент сахара. Пробы на сахар из корней берутся таким образом, чтобы свечка состояла наполовину из верхней и наполовину из нижней части корнеплода.

Результаты селекции на урожай и сахаристость представлены в таблице 2.

Таблица 2

Процент фамилий, не уступающих или превыщающих по проценту сахара или весу корня обычную сахарную свеклу типа „*E*“.

Год испытания	По весу корня	По проценту сахара	По урожаю сахара
1927	57,0	0,0	7,1
1929	53,3	20,0	46,6
1931	39,0	94,7	61,2
1933	56,0	57,0	60,0

Благодаря многолетним опытам проф. Sprengel, в Институте сахарной промышленности было показано, что зеленоголовая свекла для переработки почти равноценна сахарной свекле „*E*". По содержанию золы и вредного азота вылезающая свекла не резко отличается от сахарной свеклы.

Сравнительную продуктивность обычной сахарной, кормовой и новой вылезающей свеклы Strubé gk. можно видеть из таблицы 3.

Таблица 3

Название сорта		Урожай ц на га		Процент сахара
		Корней	Сахара	
Klein-wanzleben Z	Сахарная свекла стандарт	361	73,2	20,3
Strube grünköpfige	Сахарная зеленоголовая свекла	460	84,1	18,3
Zanker grünköpfige	Кормовая свекла	737	62,0	8,4
Кормовая veni, vidi, vici		710	63,0	8,9

Содержание сахара может быть путем селекции повышено.

Уборка сахарной зеленоголовой свеклы дает 33% экономии. Кроме того, на зеленоголовой свекле остается на 25—30% меньше земли по сравнению с обычной сахарной свеклой.

В. Савицкий

Redlich. Результаты опытов, проведенных при сахарном заводе Энн по борьбе с церкоспорозом сахарной свеклы (Cercospora beticola) **в 1934 году.**

(Доклад на V съезде Международного исследовательского свекловичного института в Брюсселе 1935 г., январь). Publications de l'Institut Belge pour l'amelioration de la betterave № 5, стр. 275 — 290, 1935.

Свекловичные поля сахарного завода Энн расположены в верхней Австрии, где кончаются последние отроги Альп. Эта местность богата осадками (500—600 мм за период вегетации), текучими водами и частыми туманами. Площадь под свеклой составляет около 5 700 га.

1934-35 год — 6-й год работы завода. За эти годы урожаи свеклы были очень неустойчивы, что, оказалось, было вызвано сильным развитием церкоспороза в 1932 и 1933 году. Поэтому в 1934 году был проведен ряд опытов по борьбе и проведена прямая борьба на 25% всей площади под свеклой. Были приняты все меры к лучшему возделыванию и обработке свеклы, проводимые штатом специальных инструкторов, так как лучшее состояние культуры повышает сопротивляемость к болезни.

Работы по химической борьбе состояли из исследовательских опытов на малых делянках, демонстративных полевых опытов и прямой борьбы.

В результате семи опытов, проведенных на небольших делянках, выяснены были следующие вопросы.

Устойчивые сорта слабее реагируют на опрыскивание бордосской жидкостью, чем восприимчивые; на неопрысканных делянках вес корня и процент сахара более всего у сортов устойчивых; на опрысканных делянках первое место часто занимают восприимчивые сорта. Слабое реагирование устойчивых сортов на опрыскивание объясняется слабым развитием болезни у этих сортов.

При испытании различной концентрации бордосской жидкости (0,5%, 1,0% и 3%) было установлено, что 0,5% бордосская жидкость дает очень слабый эффект, а увеличение концентрации более 1% не дает лучшего эффекта: таким образом, следует применять 1% бордосскую жидкость.

Для получения хороших результатов достаточно производить опрыскивание каждые 20 дней, начиная с середины июня; в течение этих 20 дней осадок бордосской жидкости сохраняется на листьях даже после сильных дождей. Действие разных сроков опрыскивания представлено в следующей табличке (в процентах от неопрысканных):

Таблица 1

Делянки	Вес листьев	Вес корней	Процент сахара	Урожай сахара
Неопрысканные	100	100	100	100
Опрысканные каждые 10 дней . .	325	113,4	115,4	130,5
„ „ 20 „ . .	273	115	112,5	129,5
„ „ 30 „ . .	235	104,5	109	113,6

Производилось сравнение эффекта от опрыскивания и опыливания. Для опрыскивания употреблялась 2% бордосская жидкость; выход медного купороса при пересчете на 1 га составлял 10,5 кг, а чистой меди 2,6 кг на одно опрыскивание. Опыливание производилось итальянским препаратом „Polvere verdereme", представляющим собою хлористую окись меди, смешанную с известью и содержащим 40% меди. Этот препарат смешивался с известью с таким расчетом, чтобы меди было 5 и 10% и распылялось на 1 га 19,5 кг; при этом при 5% смеси на 1 га выходило 0,96 кг меди, а при 10% — 1,93 кг на одну обработку.

Несмотря на меньший расход меди при одном опыливании в сравнении с опрыскиванием, на опыливание расходится больше меди, чем на опрыскивание на $^1/_3$, так как опыливание приходится часто повторять; приблизительно 4 опрыскивания дают такой же эффект, как 6 опыливаний. Эффект от обработки представлен ниже:

Таблица 2

Обработка	Вес корней	Процент сахара	Урожай сахара
Не обработано	100	100	100
Опыливание 5% порошком	108,6	107,8	117,0
„ 10% „	142,1	110,0	150,0
Опрыскано 2% бордосской жидкостью	132,5	112,3	149,3

Следовательно, 5% порошок оказал слабое действие, а 10% такое же, как и бордосская жидкость.

Однако, из работы не ясно, сколько обработок произведено в опыте: каждые 10 дней, как указано в описании опыта (всеми ядами), или 4 опрыскивания и 6 опыливаний, как указано в резюме.

При сравнении опрыскивания только верхней стороны листьев или и верхней и нижней наблюдалось очень значительное увеличение в весе корней и проценте сахара на делянках, где опрыскивание, произведено с обеих сторон листа.

Сравнение опрыскивания 2% бордосской жидкостью и опыливания 5% порошком производились в поле на разных сортах; площадь под опытом составляла 14,2 га, произведено 5 опрыскиваний и 6 опыливаний.

Результаты опыта в среднем по сортам следующие:

	Контроль	Опрыскано	Опылено
Урожай корней	159,4	202,1	181,1
Процент сахара	17,24	19,26	18,84
Урожай сахара	27,60	39,01	33,47

Опыливание дало более слабый эффект, чем опрыскивание. Группы устойчивых сортов и в этом опыте слабее реагировали на обработку, чем группы восприимчивых сортов.

Увеличение урожая отмечено во всех случаях, где проводилась прямая борьба с болезнью; кроме того, наблюдалось увеличение процента сахара на 0,5%.

В 1934 году, когда проводилась борьба с церкоспорой, урожай корней в среднем был 174 ц и сахаристость — 17,0%: в предыдущие годы 1932 и 1933, когда борьба не проводилась, урожай составлял 122 и 127 ц, а процент сахара — 15,9 и 15,7%. Автор считает церкоспороз наиболее опасным врагом свеклы и вопрос борьбы с этой болезнью первостепенным при культуре свеклы.

Н. Солунская

Ramin Zippendorf. Влияние режима влаги в почве на рост и форму корня сахарной свеклы. Zuckerrübenbau. 1935, XVII, H. 2, стр. 17—20

Автор уделяет главное внимание вопросу о влиянии характера почвы и ее обработки на форму свекловичного корня.

Правильная веретенообразная форма корня обеспечивается достаточным запасом влаги в глубоких горизонтах в течение летнего и осеннего периода, когда свекла наиболее нуждается во влаге. Атмосферных осадков для правильного роста свеклы необходимо достаточное, но не избыточное количество в период, соответствующий периоду после уборки ржи.

Засушливая погода первой половины вегатационного периода способствует развитию стержневого корня и вообще корневой системы, уходящей вглубь; автор указывает, что корневая система у сахарной свеклы может распространяться вглубь на 5 — 6 метров и больше.

Такое углубление корневой системы вызывается необходимостью добывания влаги в глубоких горизонтах, так как при усиленном потреблении ее, в связи с правильной густотой стояния, в верхних горизонтах влаги не хватает.

Автор разбирает годы сухие — 1921 г. и, в частности, 1934 и влажные—1926 и 1927 г. г. В годы влажные избыток влаги в верхних горизонтах способствует развитию болезней и разрастанию на главном корне боковых отростков, нарушающих правильную форму свеклы, вследствие чего заводы снижают оценку сырья.

Вывод: агротехника должна быть направлена на накопление влаги в нижних горизонтах и на повышение аэрации в пахотном слое, особенно на тяжелых почвах.

М. Копачевская

Свеклоподъемник к трактору „Универсаль“. The Implement and Mach. Revieu. 1935 г. № 72₄, стр. 368,

Свеклоподъемник, приспособленный к трактору типа „Фармол“, крепится жестко к раме трактора при помощи поворотной скобы. При помощи специального подъемного механизма рычагом осуществляется подъем и опускание рабочих органов. Рабочие органы подвешены на качающейся оси и закрепляются при помощи тяг-распорок. Работа — копка осуществляется по принципу клина и наклонной плоскости. Кроме того, лемех имеет два боковых диска для вырезывания пласта почвы-рядка.

Фищенко

Культиватор „Elwick“. The Implement and Mach. Revieu 1935, № 724, стр. 359

Бесколесный навесно-тракторный культиватор отличается тем, что весь агрегат прицепляется к трактору сзади. Рабочие органы расположены в один ряд, шарнирно сочленены, причем каждый в отдельности копирует почву, приспосабливаясь к неровностям. Ширина захвата 13,5 фута на 20 рядков.

Фищенко

Борьба со свекловичным мертвоедом и его личинками. Z. LXXXIV, Mai 1934. (Patentiert im Deutschen Reiche 16/VI-1927).

Сообщается о новом способе борьбы с жуками и личинками свекловичного мертвоеда посредством отравленных приманок из отрубей, намоченных в растворе кремнефтористого натра и арсената кальция, с прибавлением кровяной, рыбьей или мясной муки.

Эта приманка, в условиях опыта, давала почти полную гибель жуков и личинок свекловичного мертвоеда.

Не меньший эффект получается при применении и других ядов: фторнатра, парижской зелени и других мышьяковистых соединений.

Рецепты рекомендуемых приманок таковы:

1) 500 весовых частей отрубей, 90 — кремнефтористого натра и 10 — рыбьей муки.

2) 250 весовых частей отрубей, 250 — муки (банановой), 90 — кремнефтористого натра и 10 — рыбьей муки.

3) 500 весовых частей отрубей, 50 — арсената кальция и 10 — рыбьей муки.

Указанные составные части приманок тщательно смешивались и затем смачивались водой, после чего разбрасывались в поле. Предостерегающая окраска получалась добавлением „Бриллантингрюна“ (0,25% по отношению к готовой, сухой смеси).

Прибавление к отравленным приманкам кровяной, рыбьей или мясной муки значительно повышало эффективность этих приманок для свекловичного мертвоеда.

Любомудров

K. Otitz und E. Tamm. Значение места происхождения семян при культуре зерновых хлебов. Landw. Jahrb. 1935, № 4

Авторы на протяжении 3 лет изучали изменение ряда наиболее распространенных в Германии сортов яровых хлебов, в зависимости от условий внешней среды. В проработку были взяты семена двух сортов яровой пшеницы и по одному сорту овса и ячменя, полученные непосредственно от селекционеров, чем гарантировалась чистосортность и генетическая идентичность исходного материала.

В течение 1932, 1933 и 1934 г. г. каждый сорт высевался на опытных полях в различных естественно-географических районах Германии. Помимо урожаев зерна и соломы, а также основных качественных признаков зерна, в полученном урожае изучались такие признаки: содержание белка (общего и чистого), тростникового сахара, а также способность прорастать в сахарных растворах различной концентрации. Все эти свойства, согласно новейшим исследованиям, могут меняться под влиянием среды в месте выращивания и так или иначе отражаться на полученном из этих семян урожае. Испытание полученных из разных мест репродукций одного сорта проводилось также в широком географическом разрезе.

Результаты опытов оказались отрицательными. Влияние климатических факторов на качественные признаки семян — содержание в них белковых веществ, тростникового сахара и способность к прорастанию в сахарных растворах различной концентрации — установить не удалось. Точно также не было получено закономерных различий в последействии места репродукции на урожай.

Отдельные наблюденные зависимости лежат в пределах ошибки опыта и в разных культурах противоречат друг другу.

Причину неудачи опыта авторы усматривают в климатических особенностях Германии, так как за все время опытов ни в одном из изучаемых районов не получилось климатической обстановки, сходной с континентальным климатом.

По мнению авторов, в условиях Германии место выращивания не может иметь существенного значения ни для получения семенного материала, ни для его использования.

Теоретическую сторону проблемы авторы оставляют открытой.

В. Ракочи

H. E. Browbaker a. C. W. Deming. Влияние густоты насаждения на урожай и качество сахарной свеклы в условиях полива Jurn, of Agric. Research: 1935, L, № 3, стр. 195 — 210.

Авторы поставили себе целью установить, в какой мере сахарная свекла реагирует на изменение площади питания, а также определить зависимость между величиной урожая и густотой и равномерностью насаждения. Для этого в 1930 и 1931 г.г. в Колорадо, в условиях полива, были поставлены опыты: а) по определению влияния пустых мест в насаждении на сахаристость и вес соседних корней, в) по определению регрессии веса корней в зависимости от густоты насаждения и с) по определению влияния ширины междурядий и расстояния между растением в рядке на урожай. Опыты проводились в различных условиях обработки поля и ухода за свеклой.

Опыты по определению влияния площади питания на продуктивность растений, проведенные в 1931 г., были поставлены в 5 — 6 повторениях; вариации различных густот насаждения, принятых в опыте, представлены в следующей схеме:

1	2	3	4	5	6
xxxxx	xxx	xoxx	xxxx	xxx	ддд[1]
xxoxo	xxx	oxox	xoxx	xдx	дтд[2]
xxxxx	xxx	xoxx	xxxx	xxx	ддд
xxoxo	xxx	oxox	xxxx	xдx	дтд
xxxxx	xxx	xoxx	xoxx	xxx	ддд
xxoxo	xxx	oxox	xxxx	xдx	дтд

В результате этих опытов, проведенных в 3 местностях, авторы получили следующие данные: общий вес корней растений, окруживших одно пустое место, увеличивался на 96,2% „теоретического веса" отсутствовавшего растения. В среднем, для 3 местностей вес отдельного корня, росшего в отсутствии одного из соседей в рядке, увеличивался на 28,7%; вес растения, росшего в отсутствии 2 соседей в рядке — на 55,2% и вес растения, окруженного с четырех сторон пустыми гнездами — на 95,0%; сахаристость при этом соответственно снижалась до 99, 98,9 и 95,6% сахаристости контроля[3], площадь же питания увеличивалась — на 41,82 и 100% соответственно.

На площадях, в которых рядки, состоявшие из гнезд с одним растением, перемежались с рядками, в которых гнезда с одним растением чередовались с гнездами с двумя растениями (см. схему, вариант 5), растения - одиночки отличались слегка пониженным весом, по сравнению с контрольными растениями, окруженными одиночными соседями, но общий урожай растений одиночных и двойных гнезд мало разнился от контроля. На площадках, где чередовались гнезда с 2 и 3 растениями, урожай был в одном случае значительно ниже, в другом немного выше контрольного.

В трех проведенных опытах было установлено существование прямой зависимости между общим весом корней всей площадки и густотою насаждения; однако, так как отклонения приближались к допустимому пределу (5%), то можно предположить, что при больших колебаниях в густоте насаждения эта пропорциональная зависимость нарушилась бы.

При каждом увеличении числа растений на акр на 10%, урожай повышался на 0,76—2,10 тонны на акр.

В опытах по изучению влияния величины расстояний между растениями в рядках, авторами были получены следующие данные: при расстоянии между растениями в рядке, равном 8 дюймам, урожай был на 0,47 т выше, чем при расстоянии в 12 дюймов и на 1,39 т выше, чем при растоянии в 16 дюймов.

На основании вышеприведенных данных, авторы приходят к заключению, что величина площади питания имеет очень большое влияние на увеличение веса корня сахарной свеклы при весьма незначительном, отрицательном влиянии на сахаристость и доброкачественность ее; что густота насаждения зависит не только от агротехнических мероприятий, но также и от сорта самой свеклы; и, наконец, что равномерность площади питания (т. е. отсутствие пустых гнезд) является важным фактором, определяющим урожай.

Н. Орловский и Н. Самоненко

O. Munerati и T. Kosta. О некоторых отклоняющихся формах Beta vulgaris L. и их наследственности. Zeitschrift für inductive Abstammung und Vererbungslehre. 1934, XXVI, 3-4, стр. 463—487.

Работа ведется с 1912 г. Аномальные формы выделены из селекционных потомств и популяций. Благодаря аутостерильности свеклы, работа ведется методом пар (изоляция пар одинаково уклоняющихся особей) или методом скрещивания. Сохранение аномальных форм в течение ряда генераций трудно, благодаря их пониженной жизнеспособности. Авторы отмечают, что хотя затрагиваемый вопрос как будто-бы и далек от практики, однако, изучение этого материала помогло им разрешить ряд вопросов селекции.

[1] буквой „д" обозначены гнезда с двумя растениями.

[2] „ „т" — с тремя.

[3] В качестве контрольных были приняты растения, окруженные с 4 сторон соседями.

Описаны следующие отклонения.

1. *Многосемянодольность.* Число семянодолей увеличивается до трех или даже четырех. У трех семянодольных первые листья расположены трисимметрично, хотя это свойство отмечено авторами и для двухсемянодольных растений. У трехсемянодольных растений корни тоже трехсимметричные, но иногда бывают и нормальными. Корни четырехсимметричных, повидимому, свойственны четырехсемянодольным. Несмотря на то, что изучены потомства от тысячи подобных растений, ни в F_1, ни в F_2 данный признак не выявлялся.

2. *Гипертрофия семянодолей* вызывается летальным рецессивным геном, а потому в чистоте получена быть не может.

3. *Диссоциация среднего нерва.* Первая подобная мутация — Beta plantaginifolia — была описана E. Zaleski.

4. *Опушенность листьев и стеблей* — легко закрепляемое свойство. Авторами не установлена взаимосвязь между опушенностью и повреждаемостью Cercospora beticola.

5. *Многоголовчатость.* Имеется несколько типов, так как у одних головки расположены веерообразно в одной плоскости, у других—симметрично вокруг главной. Каждое подобное потомство отличается этими характерными чертами и легко распознается с самого раннего возраста.

6. *Фосциации.* Сводка по фосциациям у свеклы дана O. Penzig (1922). Авторы изучили потомства более 300 фосцированных родоначальников, но ни в одном случае это свойство не было отмечено в старших генерациях.

7. *Появление среди сахарной свеклы особей типа Oberndorf.* Эти формы выделены из сахаристой свеклы и имеют сходство по форме корня с кормовой свеклой Oberndorf. Они возникли мутационно, так как возможность гибридизации исключена.

8. *Потомства с черной „кожей" типа crapondine.*

9. *Появление корней с мочаловидным корнем.*

10. *Появление особей с чрезвычайно развитой ассимиляционой поверхностью.* Обычно подобные формы низкосахаристы.

11. *Карликовость.* Эти формы выделены из кормовой свеклы Mammonth, которая селекционируется авторами для скрещивания с сахарной свеклой.

12. Очень легко удается выделить из сахарной свеклы *линии с непропорционально большими головками.*

13. *Появление особей с морщинистой кожей.*

14. Авторы отмечают и ряд других аномалий (*сростание и закругление черешка, особи с побегами на листовых пластинках и т. д.)*

В заключение авторы отмечают, что у особей аномальных сахарообразование идет обычно так же, как и у нормальных потомств.

В работе приведены очень интересные фотографии всех указанных аномальных форм.

В. Савицкий

C. O. Townsend Односемянные свекловичные семена[1]. The Journale of Heredity, August, 1915.

Автор сообщает, что главным преимуществом получения расы сахарной свеклы, которая будет производить только односемянные плодики (автор называет *однозародышевые семена*), является экономия на работе, которую она может дать.

Самым дорогим и трудным процессом при выращивании сахарной свеклы является, так называемая, ручная прорывка, которая неизбежна при посеве обычными семенами. Даже если в гнездо попадает один многосемянный клубочек, то возможно, что 99% случаев в гнезде будет 2 или больше растений, которые, естественно, так близко расположены друг от друга, что до настоящего времени не существует еще механического приема, который дал бы возможность оставить одно растение на гнездо. Отсюда автор считает, что единственный путь избежать этого и исключить затраты на прорывку — получение расы, которая давала бы исключительно односемянные плодики. Первоначальная идея односемянности была предложена министру сельского хозяйства Вильсону в 1903 году Трумен-Пальмером — секретарем Общества сахарозаводчиков в Вашингтоне. Вильсоном проект был одобрен, и в течение 24 часов несколько сот односемянных плодиков были отобраны, сфотографированы и посажены.

В 1903 году были получены корни и в 1904 г.— высадки и семена. Как и можно было ожидать, в первом потомстве были установлены сильные колебания в проценте односемянных плодиков у различных потомств, отобранных для опыта растений. С целью получения односемянной расы в 1904 г. в первом поколении были отобраны лучшие растения (с повышенным процентом односемянности) и подвергнуты полной изоляции при помощи изоляторов из плотной матерчатой ткани. Полная и частичная изоляции применялись для избежания неблагоприятного перекрестного опыления. Принятые меры были до известной степени успешны в отношении получения желательного опыления. Таким образом, из нескольких сот корней высадок в первом поколении удалось отобрать 50 растений, которые давали свыше 25% односемянных плодиков, 51-ое растение дало 25%, следующее — 21,5% и следующее — 21% и т. д. до нормального. В 1904 году автором было просмотрено поле маточной свеклы 17 акров в той же местности и самый высокий процент односемянности был 4,77% при действитель-

[1] Реферируемая работа хотя и появилась в 1915 году, но представляет большой интерес и в настоящее время, в связи с работами по выведению односемянных клубочков. *Редакция*

ном просчете. Во второй генерации число односемянных плодиков от наилучшего растения было свыше 50%. В третьей генерации процент односемянности достиг до 75%. Поэтому, если вести отбор в этом направлении, то можно предположить, что получение растения, которое давало бы только одноростковые семена, вполне возможно.

Главной целью автора было повысить путем селекции процент односемянности, с меньшим чем 5%, до 100%. Автору удалось получить растения 75% односемянности. В некоторых случаях индивидуальные растения показывали и несколько больший процент односемянности. По мнению автора, склонность отделять цветки и образовывать в связи с этим односемянные плодики наследственна. Имеются также указания, что этот признак будет устойчивым и что при достаточной заботе свекловодов, продукция односемянных свекловичных семян для производства станет делом возможным.

О. Коломиец

Год XII 1935 год

Содержание выпуска

Стр.

П. А. Власюк
Агротехника свеклы на полях героини — орденоносца социалистических полей — пятисотницы Марии Софроновны Демченко 3

В. В. Селихов
Управление стадиями развития сахсвеклы, как метод повышения урожая . . 15

Е. И. Харечко-Савицкая
Аутостерильность и аутофертильность у сахсвеклы 25

Н. Ф. Деревицкий
Результаты исследований по методике полевого опыта в применении к сортоиспытанию свеклы 45

В. П. Зосимович
Вес и качество семян сахсвеклы в разных цветках клубочка 128

А. Мельничук
Пересадка сахсвеклы 132

Г. С. Мокан
О задыхании высадочных корней сахсвеклы 137

Е. Н. Савченко, Ю. Б. Ратнер
О применении различных препаратов анабазина и лупинина для борьбы со свекловичными тлями 142

Рефераты 158

Year XII **1935**

Contents

Pp

P. A. Vlassuk
Agrotechnics of Beet on the Plots of the Heroine of Socialistic Fields, the Piatissotnitza, Order Bearer Maria Sofronovna Demtchenko 3

V. V. Selikhov
Directing Development Stages of the Sugar Beet to Increase its Yield 15

H. I. Kharetcko-Savitska
Autosterility and Autofertility of Sugar Beet 25

H. F. Derevitsky
Investigation Results of Field Experiment Methods in Beet Varieties Tests . . . 45

V. P. Zossimovitch
Weight and Quality of Sugar Beet Seeds in Different Blossoms of Glomerules . 128

A. Melnitchook
Transplantation of Sugar Beet 132

G. S. Mokan
Stifling of Seed Shrubs Roots of the Sugar Beet 137

E. N. Savtchenko, J. B. Ratner
Application of Different Anabasine and Lupinine Preparations in Combating Sugar Lice 142

News in Literature 158

Главный редактор — Панасюк М. П.

Редактор агрономического выпуска — Шевченко Н. Н.

Члены редколегии — Власюк П. А., Кораб И. И., Канивец И. И., Лебединский Б. Н., Муравьев В. П., Лысенко И. Г., Селихов В. В., Савицкий В. Ф., Табенцкий А. А., Филипповский А-ей К.

Ответственный секретарь — Кудлай Ф. А.

Адрес редакции: г. Киев, ул. Энгельса, № 20.

Цена 8 руб.

ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ ЖУРНАЛА!

Принимается подписка на 1936 год на журнал

НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ ПО САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Орган Всесоюзного научно-исследовательского института сахарной промышленности (ВНИС)

XIII год издания

„Н. З." расчитаны, на работников сахарных заводов, свеклосовхозов, Трестов и МТС (инженеров, техников, агрономов, экономистов и на высококвалифицированных рабочих), а также на научных работников Институтов и студентов Техникумов и ВУЗ'ов по сахарной промышленности.

6 книг в год по технологическому и агрономическому выпускам

В „Н. З." будут представлены главнейшие работы Института и его периферии как в области свекловичного хозяйства, так и по технике сахарной промышленности, помещаться статьи, в порядке обмена опытом, работников с производства, а также будет освещаться в форме рефератов и заграничный опыт.

Присланные в редакцию рукописи не возвращаются

„Н. З." будут выходить двумя отдельными выпусками—технологический и агрономический—размером около 80—85 страниц каждый.

Чтобы обеспечить нормальное получение журнала, при ограниченности его тиража, необходимо своевременно оформить подписку.

Объявления в „Н. З." помещаются на условиях по соглашению

Подписку и деньги направлять: гор. Киев, ул. Энгельса 20 — ВНИС или на текущий счет ВНИС'а в Киевском Отделении Госбанка № 155015, одновременно уведомивши письмом редакцию „Н. З." о переводе денег с указанием на какой выпуск и свой почтовый адрес.

Редакция предлагает „Н. З." в обмен на научные и технические журналы, издаваемые в СССР и за границей

Подписная оплата: а) для организации—отдельная книжка любого выпуска 4 рубля или 24 рубля на год.

б) для индивидуальных подписчиков—отдельная книжка 2 рубля или 12 рублей на год.

Своевременно сданная подписка гарантирует аккуратную высылку журнала. Со склада изданий при редакции „Н. З." можно получить отдельные сохранившиеся книжки журнала или полные комплекты за предыдущие годы по указанной в проспекте цене.